

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**Manipulação de carboidratos associado ao treinamento  
físico contínuo e intermitente em indivíduos com  
excesso de peso**

Ana Carolina Santos Barbosa Machado

São Cristóvão

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**Manipulação de carboidratos associado ao treinamento  
físico contínuo e intermitente em indivíduos com  
excesso de peso**

Ana Carolina Santos Barbosa Machado

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Educação Física da  
Universidade Federal de Sergipe como  
requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre em Educação Física

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raquel Simões Mendes  
Netto

São Cristóvão

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Machado, Ana Carolina Santos Barbosa

M149m      Manipulação de carboidratos associado a treinamento físico contínuo e intermitente em indivíduos com excesso de peso / Ana Carolina Santos Barbosa Machado ; orientadora Raquel Simões Mendes Netto. – São Cristóvão, 2016.

78 f. : il.

Dissertação (mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Sergipe, 2016.

1. Dieta de baixa caloria. 2. Carboidratos. 3. Obesidade. 4. Exercícios físicos. 5. Emagrecimento. I. Mendes Netto, Raquel Simões, orient. II. Título.

CDU 796:613.24

Ana Carolina Santos Barbosa Machado

Manipulação de carboidratos associado ao treinamento físico  
contínuo e intermitente em indivíduos com excesso de peso

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Educação Física da  
Universidade Federal de Sergipe como  
requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre em Educação Física

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raquel Simões Mendes Netto

\_\_\_\_\_  
1º Examinador: Prof<sup>a</sup>. Dr. Roberto Jerônimo Dos Santos Silva

\_\_\_\_\_  
2º Examinador: Prof. Dr. Marcelo Macedo Rogero

PARECER

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois Ele sempre virá as melhores coisas da vida. A Maria de Fátima (in memoriam), a melhor mãe que o mundo já viu existir. Obrigada por ter me ensinado o valor da educação, de me mostrar que eu posso ir sempre além com meus sonhos e, além de tudo, obrigada por servir de exemplo de amor, de força e de felicidade. Fiz por você, pra você e com você!

A minha família que me serviu de apoio em todas as decisões. A Adílio, André e Lucas, pelo incentivo de sempre. Um agradecimento especial para as minhas irmãs, Ada e Andréa, por terem sido meu suporte emocional e racional. E aos meus sobrinhos, meus pedaços de vida: Allana, Miguel e Bernardo.

Ao professor Marzo Grigoletto, pela ajuda no desenvolver no projeto, e toda a equipe do Departamento de Educação Física que não mediu esforços para transformar o nosso Vencer Saúde em um projeto exemplar. Agradeço também ao professor Marcos Bezerra por servir de modelo para o tipo de profissional que eu quero me tornar um dia.

À equipe NutriAção (LENEx), por irem do oito ao oitenta em nome da amizade, companheirismo e profissionalismo. Tenho certeza que sem o apoio de vocês, nada disso teria sido mantido de pé até o fim. Pauliana, Alisson, Cibelle, Ana Catarina e Luana, obrigada pela paciência e desculpa pelos momentos de TPM eterna.

A minha orientadora, Raquel Simões, que desde 2009 acredita, confia e incentiva os meus sonhos acadêmicos. Obrigada pela amizade, pelos conselhos (sobre tudo), e, principalmente, por acreditar e nunca desistir de mim!

A Babi, agradeço por estar presente sempre, do bom ao ruim, do fácil ao difícil. Obrigada por me ensinar que a palavra impossível não existe. Meu braço direito nessa jornada (e esquerdo). Estamos juntas! As minhas deusas mestres, Renata, Marina e Dayanne, pela forte amizade e por transformarem os motivos de choro em gargalhadas de prazer.

A todos os que contribuíram para o projeto, direta ou indiretamente. A equipe do HU (Ivone, Flávia e Ivna) e a Universidade Federal de Sergipe. Aos nossos voluntários que foram mais do que número amostral. Obrigada por acreditarem e vestirem a camisa do projeto.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO** A manipulação do carboidrato da dieta associado a prática de exercício físico de forma regular trazem benefícios sobre a composição corporal, capacidade cardiometabólica e aptidão física em indivíduos com excesso de peso.

**OBJETIVO 1** Comparar as alterações na composição corporal e na aptidão física em sobrepesados e obesos submetidos a um programa de perda de peso de 12 semanas. **METODOLOGIA 1** Participaram do estudo 33 indivíduos adultos com excesso de peso e sedentários submetidos a exercícios físicos intermitente e exercício físico contínuo de forma semi-supervisionada por 12 semanas. Foram aferidos medidas antropométricas (massa corporal, circunferências abdominal e do quadril, peso em gordura e percentual de gordura) e testes físicos (neuromusculares e cardiovasculares). Utilizou-se ANOVA *two-way* para análise dos dados, e nível de significância de 5%. **RESULTADOS 1** Houve redução de massa corporal, circunferências do abdômen e do quadril, percentual de gordura, peso em gordura e peso em massa magra ( $p < 0,05$ ). Sobre os parâmetros da aptidão física, houve melhora da força de membros inferiores, agilidade, velocidade e capacidade cardiorrespiratória dos indivíduos, porém, com efeito clínico moderado e alto no grupo do exercício físico intermitente para agilidade e teste de corrida de 6 minutos ( $p < 0,05$ ). Não houve interação entre o tipo de exercício e parâmetros da aptidão física ( $p > 0,05$ ). **CONCLUSÃO 1** A prática de exercício físico regular em obesos provocam melhorias na composição corporal e na aptidão física independente do tipo de exercício físico. Entretanto, parece que o exercício intermitente possui um maior efeito clínico.

**OBJETIVO 2** Avaliar a efetividade redução de carboidrato sobre a composição corporal e marcadores cardiometabólicos de mulheres obesas sedentárias.

**METODOLOGIA 2** Participaram do estudo 24 mulheres obesas sendo 8 consumindo dietas com adequado teor de carboidrato (A-CHO) e 16 consumindo dietas com redução de carboidrato (R-CHO) realizando exercício físico contínuo semi-supervisionado por 12 semanas. Foram aferidos medidas antropométricas (massa corporal, circunferências abdominal e do quadril, peso em gordura e percentual de gordura), bioquímico (colesterol e suas frações, ALT, AST, ácido úrico, ureia, glicemia). Utilizou-se ANOVA *two-way* para análise dos dados, e nível de significância de 5%. **RESULTADOS 2** Houve redução de massa corporal, circunferências do abdômen e do quadril, percentual de gordura, peso em gordura e peso em massa magra ao longo do tempo ( $p < 0,05$ ). Sobre os parâmetros cardiometabólicos, as manipulações de carboidrato da dieta responderam ao longo do tempo de maneira semelhante ao longo do tempo no perfil lipídico, AST e glicemia ( $p < 0,05$ ). Ao avaliar a interação de ambas as dietas com o perfil antropométrico e parâmetros cardiometabólicos, não houve interação ( $p > 0,05$ ).

**CONCLUSÃO 2** A melhora do perfil alimentar associado a prática de exercício físico regular em obesos provocam melhorias na composição corporal, perfil cardiometabólico independente do tipo do teor de carboidrato da dieta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Restrição calórica; Exercício; Carboidrato; Obesidade; Perda de peso.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION** The handling of the carbohydrate diet asociado physical exercise regularly bring benefits on body composition, cardiometabolic capacity and physical fitness in individuals with overweight.

**AIM 1** To compare changes in body composition and physical fitness in overweight and obese undergoing a 12-week weight loss program. **METHODS 1** Study participants were 33 adults overweight and sedentary undergoing intermittent exercise and continuous exercise of semi-supervised way for 12 weeks. anthropometric measurements were measured (body mass, waist and hip circumferences, weight in fat and fat percentage) and physical tests (neuromuscular and cardiovascular). We used two-way ANOVA for data analysis, and 5% significance level. **RESULTS 1** There was reduced body weight, abdomen and hip circumferences, fat percentage, weight in fat and weight in lean mass ( $p < 0.05$ ). On the parameters of physical fitness, there was an improvement of lower limb strength, agility, speed and cardiorespiratory capacity of individuals, however, with moderate to high effect size in intermittent exercise group for agility and a 6-minute running test ( $p < 0.05$ ). There was no interaction between the type of exercise and physical fitness parameters ( $p > 0.05$ ). **CONCLUSION 1** Regular physical exercise in obese cause improvements in body composition and physical fitness regardless of the type of exercise. However, it seems that intermittent exercise has a greater clinical effect.

**AIM 2** To evaluate the effectiveness of reducing carbohydrate on body composition and cardiometabolic markers of sedentary obese women. **METODOLOGIA 2** study included 24 obese women and 8 consuming diets with adequate carbohydrate (A-CHO) and 16 consuming diets with reduced carbohydrate (R-CHO) performing continuous exercise semi-supervised for 12 weeks. anthropometric measurements were measured (body mass, waist and hip circumferences, weight in fat and fat percentage), biochemical (cholesterol and its fractions, ALT, AST, uric acid, urea, glucose). We used two-way ANOVA for data analysis, and 5% significance level. **RESULTS 2** There was a reduction of body weight, abdomen and hip circumferences, fat percentage, weight in fat and weight in lean mass over time ( $p < 0.05$ ). About cardiometabolic parameters, carbohydrate diet manipulations responded similarly over time over time in the lipid profile, glycemia and AST ( $P < 0.05$ ). When evaluating the interaction of both diets with anthropometric and crdiometabólicos parameters, there was no interaction ( $p > 0.05$ ). **CONCLUSION 2** The improved food profile associated with regular physical exercise in obese cause improvements in body composition, cardiometabolic profile regardless of the type of dietary carbohydrate

**KEY-WORDS:** Caloric restriction; Exercise; Carbohydrates; Obesity; Weight loss.

## Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1	OBESIDADE: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS A SAÚDE .....	3
2.2	EXERCÍCIO FÍSICO NA PERDA PONDERAL.....	3
2.3	INTERVENÇÕES DIETÉTICAS PARA PERDA PONDERAL .....	5
2.4	ALTERAÇÕES NOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS EM INDIVÍDUOS EM PERDA DE PESO .....	12
2	OBJETIVOS.....	15
3.1	OBJETIVO GERAL .....	15
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
4	RESULTADOS .....	16
	ARTIGO 1 - Exercícios intermitente ou contínuo de moderada intensidade promove perda de peso e melhora da aptidão física em obesos .....	17
	Resumo.....	18
	Introdução .....	20
	Métodos .....	21
	Amostra .....	21
	Instrumentos .....	22
	Procedimentos.....	24
	Análise estatística .....	26
	Resultados .....	27
	Discussão .....	29
	Conclusões .....	31
	Referências.....	32
	ARTIGO 2 - Efeito da manipulação de carboidrato na composição corporal e risco cardiometabólico em obesas submetidas em exercício contínuo.....	39
	RESUMO .....	40
	INTRODUÇÃO .....	42
	MÉTODOS.....	43
	Amostra .....	43
	Desenho experimental .....	45
	Protocolo dietético .....	46
	Protocolo de treinamento.....	46



Avaliação antropométrica e cardiometabólica .....	47
Análise estatística .....	47
RESULTADOS.....	49
DISCUSSÃO .....	54
AGRADECIMENTOS .....	55
CONFLITOS DE INTERESSE .....	56
REFERÊNCIAS.....	57
5 CONCLUSÃO .....	60
REFERÊNCIA .....	61

**ÍNDICE DE FIGURAS****ARTIGO 1**

Figura 1 – Delineamento experimental do estudo .....	31
--	----

**ARTIGO 2**

Figura 1 – Delineamento experimental do estudo .....	67
--	----

Figura 2. Delineamento experimental das 12 semanas de intervenção....	68
---	----

## ÍNDICE DE TABELAS

### ARTIGO 1

TABELA 1 - Característica dos participantes de uma intervenção do programa de perda de peso de acordo com o sexo e tipo de treinamento 44

Tabela 2 - Variação nas medidas antropométricas e de composição corporal de sobrepesados e obesos após programa de perda de peso de acordo com o sexo e tipo de treinamento (intermitente e contínuo). Dados estão apresentados como média e erro padrão 45

Tabela 3 - Variação nas medidas de aptidão física de sobrepesados e obesos após programa de perda de peso de acordo com o sexo e tipo de treinamento (intermitente e contínuo). Dados estão apresentados como média e erro padrão. 47

### ARTIGO 2

Tabela 1. Resultados da antropometria e da composição corporal das obesas no momento pré e pós intervenção de 12 semanas de acordo com o tipo de dieta (A-CHO e R-CHO). 57

Tabela 2. Resultados do perfil bioquímico das obesas no momento pré e pós intervenção de 12 semanas de acordo com o tipo de dieta (A-CHO e R-CHO). 59

## 1 INTRODUÇÃO

Dada a escala da atual condição epidemiológica sobre a obesidade, seu impacto no aumento da incidência de doenças crônicas não transmissíveis (diabetes *mellitus*, hipertensão arterial, dislipidemias) e o alto custo para os cofres públicos, atualmente, estudam-se as melhores ações para prevenção, controle e tratamento da obesidade na população (POULSEN *et al.*, 2014; PATTERSON *et al.*, 2014; HU *et al.*, 2012).

O desenvolvimento da obesidade, dentre os fatores alimentares, tem relação direta com a qualidade e quantidade dos alimentos ingeridos pelo indivíduo e é amplamente reconhecido que a perda de peso ocorre quando a oferta energética é menor do que o gasto calórico diário (GARTHE *et al.*, 2011; CASAZZA *et al.*, 2012). Existe um consenso literário de que a modificação de hábitos alimentares associada com a prática de atividade física regular é necessário para o controle de peso por longo tempo (LEIDY *et al.*, 2007; MARCONDELLI; SCHMITZ; COSTA, 2008; POOBALAN *et al.*, 2009; RAO, 2010).

Associado a isso, existem dados evidenciando o benefício do exercício físico em todos os fatores associados à diminuição do risco cardiometabólico, melhora a composição corporal (FETT *et al.*, 2010; BERNHARDT *et al.*, 2016). A prática do exercício físico contínuo, além de ser de fácil reprodutibilidade e de baixo custo operacional, vem sendo correlacionado com a redução de peso e de gordura corporal em indivíduos com excesso de peso (GARTHE *et al.*, 2011).

Já o exercício intermitente de alta intensidade vem sendo apontado como eficiente na adesão, na diminuição do peso corporal com preservação da massa magra, além de influenciar na melhora da aptidão física, melhora cardiometabólica e adaptações cardiovasculares ao exercício (MANCILLA *et al.*, 2014; DE FEO *et al.*, 2013; GREMEAUX *et al.*, 2012; DAUSSIN *et al.*, 2008).

Neste cenário cria-se um ambiente altamente favorável para adoção de tratamentos e programas que visem a perda de peso. Os programas de perda de peso associados com o monitoramento alimentar e atividade física semanal,

mostraram-se eficazes para a perda de peso e manutenção do peso corpóreo (SACKS *et al.*, 2009; FRISCH *et al.*, 2009, FOSTER *et al.*, 2010), no entanto, resultados mais expressivos são observados nas primeiras semanas do seguimento (GU *et al.*, 2013; CAMPS; VERHAEF; WESTERTERP, 2013).

Atualmente, observa-se uma gama de resultados evidenciando a manipulação do teor de nutrientes na contribuição de resultados diferenciados na perda de peso. Dietas hipocalóricas com restrição de carboidratos mostram-se mais eficientes no processo de perda de peso do que dietas com redução de gordura (HORSWILL *et al.*, 1990; FRISCH *et al.*, 2009; FOSTER *et al.*, 2010; VOLEK; QUANN; FORSYTHE, 2010; GARTHE *et al.*, 2011; KIRK *et al.*, 2012; HU *et al.*, 2012; GU *et al.*, 2013).

Entretanto, são inúmeros também os relatos e resultados insatisfatórios sobre a disposição física ganho de peso subsequente e, principalmente, baixa adesão ao seguimento na dieta com restrição de carboidratos (BUTKI; BAUMSTARK; DRIVER, 2003; FOSTER, *et al.*, 2010; SUNDGOT-BORGEN; GARTHE, 2011; CLIFTON, 2011).

Ainda não é bem destacado na literatura qual quantidade mínima de carboidrato pode oferecer os efeitos positivos da melhora da composição corporal e dos parâmetros cardiometabólicos diminuindo os efeitos deletérios das restrições severa em 12 semanas.

Diante disso, espera-se fortalecimento nas definições de estratégias de perda de peso em pacientes com sobrepeso/obesidade permitindo assim maior controle no tratamento evitando o agravamento da situação.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 OBESIDADE: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS À SAÚDE**

O excesso de peso é um dos maiores problemas de saúde pública do mundo, responsável pelo aumento da morbidade e mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes, hipertensão, cânceres e problemas cardiovasculares, causando forte impacto nos custos com a saúde nos últimos anos e reduzindo a expectativa de vida entre oito e 13 anos (FONTAINE *et al*, 2003; DIXON, 2010; GRENHA *et al*, 2013; WHO, 2008).

O estudo de Finucane e colaboradores (2011) avaliou, em uma revisão sistemática, o Índice de Massa Corpórea (IMC) em 960 estudos de diferentes países, regiões e comunidades com 9,1 milhões de pessoas, a fim de investigar a evolução desse parâmetro entre 1980 e 2008. Os resultados mostraram que, de uma maneira geral, houve um aumento do IMC de 0,4 kg/m<sup>2</sup> para homens e 0,5 kg/m<sup>2</sup> em mulheres por década, e, que o número de indivíduos com mais de 20 anos com obesidade aumentou de 4,8% para 9,8% em homens e 7,9% para 13,1% em mulheres.

O aumento da prevalência da obesidade está relacionado com a ingestão excessiva de calorias, estilo de vida sedentário, mudanças comportamentais e ambientais (DIXON, 2010; BLUNDELL *et al*, 2015). O uso de fármacos e tratamentos cirúrgicos são métodos que auxiliam na diminuição de peso corporal de forma efetiva, e ajudam no controle e tratamento da obesidade, entretanto a resposta ao seu uso é variável, pois seus efeitos no organismo podem ser drásticos (DERAM *et al*, 2009).

Diante disso, vários estudos propõem intervenções para diminuir a massa corporal dos indivíduos obesos e investigar os modelos dietéticos mais eficazes para melhorar os parâmetros bioquímicos e de saúde (HEILBRONN *et al.*, 2006; RABØL *et al.*, 2009; ALKERWI *et al.*, 2015).

### **2.2 EXERCÍCIO FÍSICO NA PERDA PONDERAL**

O *American College of Sports Medicine* (ACSM) recomenda a prática de atividade física por pelo menos 150 minutos por semana para manutenção e

melhora da saúde, semelhante ao apontado nas recomendações brasileiras que comenta sobre a prática de atividade física por, pelo menos, 30 minutos diários (ACSM, 2009; BRASIL, 2006).

Há evidências dos benefícios do exercício físico na diminuição das prevalências de diabetes *mellitus*, cardiopatologias, dislipidemias, câncer e distúrbios do sono em adultos, bem como nas melhorias nos componentes da síndrome metabólica (FETT *et al.*, 2010; BERNHARDT *et al.*, 2016). Mesmo nos casos de ausência da perda de peso, o exercício físico promove melhora na capacidade cardiorrespiratória e perfil cardiovascular em pacientes obesos (ROSS *et al.*, 2000 e SWIFT *et al.*, 2014). Entretanto, diferentes formas de exercício podem promover diferentes respostas sobre a composição corporal.

Ao submeter indivíduos a treinamento aeróbio ou treinamento aeróbio com treino de força, há uma possibilidade de perda de peso inicial de até 2kg, entretanto, somente se esses treinamentos forem com volumes extremamente elevados. Em contrapartida, quando associados o exercício aeróbio com a restrição calórica, os efeitos para perda de peso tornam-se 4 a 6x maior (SWIFT *et al.*, 2014).

No estudo de Kim e Jung (2014), no qual mulheres obesas foram submetidas a exercícios aeróbios com intensidade de 50-60% do VO<sub>2</sub> máximo, com treinos de 3x por semana por 12 semanas, observou-se que houve uma diminuição significativa de peso, índice de massa corpórea (IMC), percentual de gordura corporal e circunferência de cintura, no entanto, não houve diferença da pressão arterial sistêmica dos voluntários quando comparados ao grupo sem exercícios físicos.

Quando comparado os efeitos de diferentes formas de exercício, Cadieux e colaboradores (2014) perceberam que apesar do exercício resistido ter uma maior percepção de esforço quando comparado com o exercício aeróbio, não houve diferenças entre a ingestão calórica após o exercício e o gasto energético total dos participantes independente das calorias gastas ou da duração do exercício ao qual foi submetido.

O estudo de Seo et al., (2011), ao avaliar 20 mulheres obesas divididas em dois grupos (teste e controle) destacou a eficácia de um programa de exercício físico de 12 semanas combinando o treinamento de resistência com exercícios aeróbicos para a redução dos fatores de risco para desenvolvimento da síndrome metabólica. Os resultados deste estudo mostraram mudanças de composição corporal representadas pela redução de peso e gordura corporal, diminuição das taxas plasmáticas de glicose e triacilglicerol, melhores níveis de pressão arterial e elevação do colesterol HDL.

### **2.3 INTERVENÇÕES DIETÉTICAS PARA PERDA PONDERAL**

Dentre os principais métodos utilizados para diminuição do peso corporal, a restrição calórica, acompanhada ou não com exercício físico, é um dos mais utilizados. Os cálculos para diminuição do peso corporal através da restrição calórica vêm sendo estudados há mais de 3 décadas (HEYMSFIELD et al., 2014). A regra de Wishnofsky (1958) diz que para diminuição de 1kg de massa gorda é necessária a restrição de 7700 kcal aproximadamente, isto porque, a célula do tecido adiposo é composta de 87% de gordura (triacilglicerol) e 13% de compostos não gordurosos.

Entretanto, não se pode utilizar essa regra como o único fator para a restrição calórica, pois deve-se levar em consideração que fatores como questões metabólicas (sensibilidade à insulina, perfil hormonal, por exemplo), inatividade (o fato de existir atividade física diária), exercício físico e envelhecimento são cofatores que influenciam na capacidade de perda de peso corporal (BOSY-WESTPHAL et al., 2015).

A perda de peso se divide em duas fases: na primeira delas, ocorre a perda de peso de forma intensa nos primeiros dias causada pela diminuição dos estoques de água intracelular, níveis glicêmicos e hormonais (redução da leptina e insulina). Além disso, com a redução das concentrações de glicogênio corporal, a oxidação lipídica é priorizada, favorecendo a redução de gordura corporal; e na segunda, na qual a perda de peso passa por um período estacionário, que pode se prolongar por meses e anos, devido a adaptação metabólica basal após a diminuição do peso em indivíduos sedentários (HEYMSFIELD et al, 2014, THOMAS et al, 2014).



O estudo de Redman e colaboradores (2009) avaliou se a restrição calórica induzia a redução do gasto energético basal e influenciava a mudança da composição corporal. Além disso, o estudo teve como objetivo secundário avaliar se a restrição calórica juntamente com a atividade física induzia a diminuição do gasto calórico basal. Participaram do estudo 48 indivíduos randomizados em 4 grupos (controle sem restrição energética; restrição calórica com déficit de 25% do valor calórico total; restrição calórica associada ao exercício; e, dietas com baixo valor calórico para diminuição de 15% do peso e manutenção). Todos os grupos com restrição calórica (incluindo o grupo com dieta com baixo valor energético) diminuíram o gasto calórico total nos primeiros três meses de intervenção comparados com o inicial.

Uma das maiores complicações acerca das dietas com restrição calórica é o ganho de peso consecutivo envolvido para os indivíduos de estudos com intervenções (LOWIE *et al*, 2015; BOSY-WESTPHAL *et al*, 2015). O fenômeno *catch up fat* é conhecido como o aumento do peso de gordura corporal após o período de adaptação metabólica. Estudos mostram que após a realimentação com dieta isocalórica, mesmo que a curto prazo, a estimulação da insulina para captação de glicose nos músculos esqueléticos é menor quando comparado no tecido adiposo branco, ou seja, após o período de restrição calórica, a adaptação metabólica favorece a recuperação da massa gorda através da lipogênese de novo em indivíduos não submetidos a atividade física (HEILBRONN *et al*, 2006; ANDRADE *et al*, 2015; BOSY-WESTPHAL *et al*, 2015).

Entretanto, quando a restrição calórica ocorre associada à atividade física, o conteúdo de glicogênio diminui após exercícios intensos favorecendo a utilização de gordura como fonte de energia, ou seja, os voluntários submetidos a exercícios com maior intensidade tendem a ter maior captação de glicose pelo músculo esquelético, favorecendo a preservação da massa magra (CRESCENZO *et al*, 2006; ANDRADE *et al*, 2015).

A partir do valor calórico da dieta, a restrição calórica pode classificar-se em dietas com muito baixo valor calórico (VLCD) que são aquelas que apresentam um valor energético inferiores a 800 kcal/dia, e dietas com baixo

valor calórico (LCD) que correspondem a valor calóricos entre 1000 a 1500 kcal/dia (EFSA, 2015).

O estudo de Wikstrand, Torgerson e Boströ (2010) avaliou a viabilidade e custo-efetividade de intervenção dietética com dietas VLCD comparando com tratamento farmacológico e cirúrgico. Dentre os 91 participantes que iniciaram o estudo, 77 completaram as 12 semanas de intervenção com dieta de muito baixo valor calórico e obtiveram uma perda de peso maior que 8kg. Desta forma, o estudo concluiu que a dieta VLCD foi efetiva para a diminuição do peso corporal, e o custo total do tratamento foi inferior ao tratamento medicamentoso (orlistat ou sibutramina) e cirúrgico (cirurgia bariátrica).

As dietas VLCD não alteram somente a composição corporal, como também, alteram o perfil bioquímico dos indivíduos. Observa-se redução significativa de pressão arterial, glicemia de jejum e as concentrações de lipídicos séricos independentes da raça (BAKER; JERUMS; PROJETTO, 2009), condições metabólicas especiais, por exemplo, pacientes diabéticos tipo 2 (HONG et al, 2005), e diminuição dos concentrações de glicemia, insulina, e índice HOMA IR em obesas não-diabéticas (RABØL *et al.*, 2009).

Ao avaliar a qualidade de vida de pacientes obesos e diabéticos tipo II submetidos a dietas com muito baixo valor calórico, Snel e colaboradores (2012) observaram uma redução de  $27,2 \text{ kg} \pm 1,9 \text{ kg}$  para os voluntários submetidos a VLCD + exercício físico e  $23,7 \pm 1,6 \text{ kg}$  para quem somente teve intervenção dietética ao longo de 16 semanas, e, afirma ainda que houve melhora na qualidade de vida dos indivíduos induzidas pela diminuição do peso corporal. Entretanto, deve-se levar em consideração que a perda de massa magra contribuiu com a maior parte do peso perdido neste estudo ( $21,8 \text{ kg} \pm 2,2 \text{ kg}$  e  $16,6 \pm 1,7 \text{ kg}$ , respectivamente).

O efeito da intervenção com dietas VLCD é temporário e, portanto devem ser associado a outras estratégias para melhorar a efetividade e manutenção da perda de peso como, por exemplo, drogas anti-obesidade e uso prolongado de substitutos de refeição (WIKSTRAND; TORGERSON; BOSTRÖM, 2010; JOHANSSON; NEOVIUS; HEMMINGSSON, 2014).

Além disso, deve-se levar em consideração que a adesão a estes programas de perda de peso pode variar entre os indivíduos, principalmente pela diminuição excessiva do valor calórico habitual consumido, diminuição da palatabilidade e, de muitas vezes, essas intervenções serem acompanhadas de restrições de macronutrientes (NIKOKAVOURA *et al.* 2014; BASCIANI *et al.*, 2015).

Alguns efeitos adversos foram relatados pelos participantes submetidos a tratamento com restrição calórica severa para diminuição do peso corporal, como tonturas, perturbações gastrointestinais e pele seca (WIKSTRAND; TORGERSON; BOSTRÖ, 2010), risco de cálculos biliares assintomáticos ou sintomáticos (JOHANSSON *et al.*, 2014), e o ganho de peso consecutivo (STRASSER; BERGER; FUCHS, 2015; LOWIE *et al.*, 2015; BOSY-WESTPHAL *et al.*, 2015).

Os tratamentos dietéticos com restrição de macronutrientes são os métodos mais comuns para tratamento da obesidade, principalmente, quando relacionados à restrição calórica. Dietas cetogênicas ou com baixo carboidrato vem sendo estudadas como mecanismos importantes no controle do peso corporal (MILLER, *et al.*, 2009; FRISCH *et al.*, 2009; FOSTER *et al.*, 2010; VOLEK; QUANN; FORSYTHE, 2010; GARTHE *et al.*, 2011; HU *et al.*, 2012; ; GU *et al.*, 2014; BOSY-WESTPHAL, *et al.*, 2015).

Em geral, os carboidratos na dieta estimulam a liberação da insulina, uma reposta que serve para limitar o aumento da glicemia. O aumento da insulina provoca maior captação de glicose pelos tecidos sensíveis a insulina e inibe a degradação de glicose hepática. Além disso, aumenta a produção de glicogênio muscular e hepático e diminui a utilização de ácidos graxos livres como fonte de energia por inibição ação da lipase lipoproteica (MUNSTER; SARIS, 2014).

Dessa forma, as dietas cetogênicas ou com baixo conteúdo glicídico são projetadas para reduzir a resposta de insulina dos carboidratos ingeridos e melhorar o acesso aos combustíveis metabólicos armazenados (principalmente gordura), diminuir a fome e promover a perda de peso (MUNSTER; SARIS,

2014), mas ainda não se tem um consenso sobre a eficácia desta dieta a longo prazo (CLIFTON; CONDO; KEOGH, 2014).

As alterações que ocorrem com intervenções dietéticas com restrição de calorias associadas a restrição de carboidrato severas (10% ou  $\leq$  50g/dia de carboidrato) estão relacionadas também com mudanças no perfil bioquímico.

Cicero e colaboradores (2015) ao avaliar 377 voluntários com idade entre 30 e 69 anos, através de intervenções com dieta cetogênica (15-18g de proteína, 2-6g de carboidrato e 3g de gordura a cada sachê de 100kcal) observou que o perfil bioquímico e de riscos cardiometabólicos melhoraram. Houve diminuição significativa na pressão arterial sistólica e diastólica, AST, LDL-colesterol e triglicérides nos primeiros três meses de tratamento, diminuição na glicemia e aumento no HDL-colesterol nas primeiras 4 semanas.

Entretanto, ao analisar as respostas de dietas em longo prazo (12 meses), a meta-análise de Clifton, Condo e Keogh (2014) mostrou que a substituição de carboidrato por proteína na dieta (redução de carboidrato e aumento do teor proteico) é eficaz para pequenas alterações no peso (0,39kg), gordura corporal (0,44kg) e triglicérides (0,60mmol/L).

As variações na composição de carboidrato da dieta não necessitam ser tão intensas para mostrar efetividade no controle de peso corporal. As dietas com moderado teor carboidrato, mesmo quando não relacionadas a restrição calórica, por exemplo, mostram efeitos positivos na composição corporal. Quando administrada uma redução moderada no conteúdo de carboidrato da dieta (51% para 41% em homens e 54% para 42% em mulheres), Sassakabe e colaboradores (2015) observaram que a diminuição da ingestão de carboidrato esteve correlacionada à diminuição do tecido adiposo visceral, IMC, triglicérides e aumento no HDL-colesterol em 3 meses, e, foi independente das alterações calóricas em homens não obesos com diabetes tipo II.

Quando comparados baixo teor de carboidrato com dietas com alto teor de proteína, Soenen e colaboradores (2012) mostraram que os resultados para controle de peso corporal foram semelhantes em ambos os grupos, entretanto,

tanto a redução de percentual de gordura e quanto a manutenção do peso foram mais eficazes nos grupos que consumiram alto teor de proteína.

Os estudos de intervenção que aumentaram o teor de proteína da dieta em relação ao consumo habitual em mais de 50% em g/kg/dia mostraram resultados benéficos nas alterações antropométricas em obesos (perda de peso, perda de gordura corporal, redução da circunferência da cintura, perda de gordura regional, preservação de massa magra, entre outros), entretanto, quando comparados os estudos que tinham um consumo menor que 40% esses resultados não se mostraram presentes (BOSSE; DIXON, 2012).

Outro ponto de vista que deve ser considerado em dietas com aumento da ingestão de proteína é como essa modificação acontece. Dietas com alto teor de proteínas de origem animal podem estar positivamente associadas ao ganho de peso (HALKJÆR, 2011), pois o excesso proteínas do soro do leite (ricos em aminoácidos de cadeia ramificada), através da suplementação, por exemplo, podem contribuir, de maneira independente, para aumento da insulina e síndrome de resistência insulínica por conta do seu teor insulínico (NEWGARD *et al.*, 2009; HUFFMAN *et al.*, 2009).

O estudo de Yamada e colaboradores (2015) que avaliou 94 indivíduos saudáveis entre 20 e 65 anos, investigou a relação entre o índice HOMA-IR com a concentração de aminoácidos plasmáticos e parâmetros clínicos relacionados ao estilo de vida, e encontrou que isoleucina, leucina (BCAAs), fenilalanina e tirosina (aminoácidos aromáticos) associaram-se positivamente com o HOMA-IR, mesmo após o ajuste pelo IMC.

Alguns fatores devem ser levados em consideração ao administrar uma dieta com restrição de carboidratos em indivíduos obesos, uma vez que, esta intervenção dietética leva a uma monotonia alimentar e pode gerar uma diminuição espontânea no consumo dos alimentos, contribuindo para uma diminuição na ingestão calórica total, tornando-se difíceis de serem seguidas por longo prazo (LIEBMAN, 2014).

Além disso, dietas com restrição de carboidrato podem comprometer a capacidade do indivíduo de praticar atividade física, por diminuir os estoques

de glicogênio muscular e aumentar a fadiga durante o exercício (WHITE, et al., 2007), diminuir a disposição física, humor, ansiedade, ganho de peso subsequente e, principalmente, baixa adesão ao seguimento na dieta com restrição de carboidratos (BUTKI; BAUMSTARK; DRIVER, 2003; FOSTER, et al., 2010; CLIFTON, 2011; SUNDGOT-BORGEN; GARTHE, 2011; HALYBURTON et al., 2013).

A quantidade e qualidade do carboidrato ingerido auxiliam no controle do estado de humor (CHEATHAN et al., 2009; BRINKWORTH et al., 2009). Além disso, o comportamento alimentar pode ser modificado devido aos níveis de estresse (SOMINSKY, *et al.*, 2014). Diante disso, observa-se que comportamentos alimentares que sejam diferentes dos hábitos alimentares dos pacientes tendem a maior propensão a abandono.

A aderência a intervenção dietética é um fator fundamental para avaliar a eficácia de diferentes manipulações com macronutrientes. Os estudos de Dansinger e colaboradores (2005) e Sacks et al (2009) avaliaram dietas com restrição de carboidrato e gordura, associadas com alterações médias e altas de proteína e concluíram que as diferentes intervenções foram igualmente satisfatórias no controle de peso corporal, e que, o que determinava o sucesso da intervenção era se os indivíduos conseguiam aderir ou não aos planos alimentares prescritos.

Além disso, estipular metas para o indivíduo parece ter um efeito positivo para o tratamento da obesidade. A auto-pesagem todos os dias favorece uma maior adoção de comportamentos de controle de peso, produzindo maior perda de peso (STEINBERG et al., 2015). Ao comparar o efeito de auto-pesagem, Oshima, Matsukoba e Sakane (2013) mostraram que houve uma maior redução no grupo dos indivíduos que se pesavam 2x ao dia mostrando um importante *feedback* para promoção da perda de peso. Entretanto, a aderência a auto-pesagem vai diminuindo os efeitos a partir de 6 meses de intervenção (ZHENG, et al., 2015).

## **2.4 ALTERAÇÕES NOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS EM INDIVÍDUOS EM PERDA DE PESO**

Os riscos cardiometabólicos compreendem um conjunto de fatores de riscos modificáveis que estão presentes em alguns indivíduos com maiores riscos de desenvolver doenças crônicas não transmissíveis. Entre os fatores de risco estão hipertrigliceridemia, hipertensão arterial, obesidade, resistência insulínica e hipercolesterolemia, ou a síndrome metabólica, quando existe a associação de três ou mais fatores de risco cardiometabólicos (CANKURTARAN, 2006).

Um dos primeiros problemas encontrados nas doenças crônicas é o aumento nas concentrações séricas de colesterol total e triglicérides que pode prejudicar a função vascular aumentando os níveis de inflamação (WENDE; SYMONS; ABEL, 2012). O colesterol HDL está inversamente correlacionado com a doença cardiovascular, a cada aumento de 1mg/dL há uma diminuição de 6% no risco de morte (CHAPMAN et al. 2004)

O tecido adiposo branco é um dos principais componentes de armazenamento de energia na forma de triglicérides. Essa composição de triglicérides do tecido adiposo varia de acordo com o tamanho da molécula adiposa, e está relacionado diretamente com liberação de adipocinas pró-inflamatórias. Como a restrição calórica tem efeitos positivos na diminuição de peso corporal e peso em gordura, diminui a ação pró-inflamatória e reduz a concentração de triglicérides (OKITA et al., 2015).

A meta-análise de Cai e Zou (2015) com o objetivo de avaliar as concentrações lipídemicos e glicêmicos em obesos ou sobrepesados mostrou que o exercício aeróbio pode melhorar significativamente a diminuição de TG, mas não afetou os concentrações de colesterol total, HDL e LDL colesterol.

Ao avaliar 150 mulheres obesas com síndrome metabólica, Miguel Soca e colaboradores (2012) mostraram que houve melhora no perfil lipídico (diminuição significativa do LDL, colesterol total, triglicérides e aumento do HDL) e redução significativa da concentração de glicemia em obesas submetidas a intervenção dietética associadas a treinamento. Ratificando

assim, a importância da associação da dieta com o exercício físico no controle de marcadores sanguíneos de risco cardiovascular.

Tanto a dieta quanto o exercício exercem papéis singulares neste controle. A intervenção dietética tem a habilidade de controlar a velocidade de liberação de glicemia no indivíduo que depende da quantidade e da qualidade do carboidrato ingerido na dieta (SILVA, et al., 2009).

Já no exercício, a glicemia em indivíduos que praticam atividade física observou que a contração muscular pode aumentar a captação de glicose através da translocação do GLUT4 em uma via independente da insulina (TSAKIRIDIS, et al., 1995). Dessa forma, os indivíduos fisicamente ativos possuem melhor resposta de transportadores de glicose além de melhora na sensibilidade capilar a insulina.

Quando se trata dos marcadores hepáticos, o excesso de gordura no fígado (esteatose hepática não-alcóolica) é um fator de risco independente para doenças cardiometabólicas que podem estar relacionada com o aumento do tecido adiposo visceral (KEATING et al., 2015).

As medidas mais utilizadas para o controle e tratamento da esteatose hepática não-alcóolica são a perda de peso através da intervenção dietética e/ou a prática de atividade física e o uso farmacológico. O exercício é mostrado como um fator importante para a prevenção e tratamento da esteatose hepática não alcóolica (LOOMBA; CORTEZ-PINTO, 2015). O estudo de Johnson e colaboradores (2009) observou redução de 12% no tecido adiposo visceral e 21% no teor de gordura no fígado somente com exercícios aeróbios, sem a perda de peso associada, em 4 semanas de intervenção.

Através da espectroscopia de prótons por ressonância magnética para analisar o perfil hepático, observa-se que a prática de exercício contínuo, independente do volume ou da intensidade, mostra-se eficaz na redução de gordura no fígado e no tecido adiposo visceral, mesmo quando não é acompanhada de perda de peso (KEATING et al., 2015).

Ao analisar indivíduos com gordura no fígado que realizaram oito semanas de treinamento de exercício contínuo, Valizadeh e colaboradores



(2011) observaram que houve uma diminuição significativa de AST e ALT ao final da intervenção.

Os dados de AST e ALT são marcadores que podem ser utilizados para investigar a prevalência de doença hepática não alcoólica quando associados a indivíduos que não sejam hepatopatas crônicos e afetam pacientes que tenham um ou mais fatores para a síndrome metabólica (YU; KEEFE, 2002).

Outro ponto que vem sendo discutido é a relação do ácido úrico como marcador cardiometabólico. O ácido úrico é um composto produzido endogenamente como um metabólico da purina, sendo um principal antioxidante inibindo a ação de radicais livres nas moléculas orgânicas. Entretanto, apesar de seus efeitos serem protetores ao estresse oxidativo, o aumento crônico está relacionado com doenças crônicas não transmissíveis (SAUTIN; JOHNSON, 2008).

A concentração do ácido úrico plasmático pode ser um eficaz marcador do risco cardiometabólico, além de ser um marcador bioquímico de baixo custo e fácil realização (BARBOSA et al., 2011). Silva e colaboradores (2015) avaliaram no seu estudo a relação entre o ácido úrico com a síndrome metabólica em 80 indivíduos atendidos em um programa de atenção à saúde. Os resultados do estudo mostram que os indivíduos que não possuíam síndrome metabólica, tinham menores teores de ácido úrico comparando com os aqueles que possuíam.

Além disso, existe uma correlação positiva do ácido úrico sérico com o IMC, creatinina, pressão arterial sistólica e diastólica, glicemia de jejum, LDL-colesterol, triglicérides e peso em gordura.

## **2 OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GERAL**

- Avaliar os efeitos de um programa nutricional e de atividade física aeróbica sobre a composição corporal, aptidão física e parâmetros cardiometabólicos de indivíduos com excesso de peso.

### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Comparar as alterações na composição corporal e na aptidão física em sobrepesados e obesos submetidos a um programa de perda de peso de 12 semanas de exercício intervalado e o exercício contínuo
- Avaliar a efetividade da redução de carboidrato sobre a composição corporal e marcadores cardiometabólicos em mulheres obesas sedentárias

## 4 RESULTADOS

Os resultados da presente dissertação serão apresentados no formato de dois artigos:

**Artigo 1:** Exercícios físicos intermitente ou contínuo de moderada intensidade promove perda de peso e melhora da aptidão física em obesos.

Situação: Submetido ao periódico Motricidade ISSN 1646-107X (Qualis B1 – Educação Física).

**Artigo 2:** Efeito da manipulação de carboidrato na composição corporal e risco cardiometabólico em obesas submetidas em exercício contínuo.

Situação: A ser submetido ao periódico European Journal of Clinical Nutrition (Qualis A2 – Educação Física).

**ARTIGO 1 - Exercícios físicos intermitente ou contínuo de moderada intensidade promove perda de peso e melhora da aptidão física em indivíduos com excesso de peso**

Exercícios para perda de peso em obesos

**Exercícios intermitente ou contínuo de moderada intensidade promove perda de peso e melhora da aptidão física em indivíduos com excesso de peso**

**Moderate intensity intermittent or continuous training promotes weight loss and improved physical fitness in overweight individuals**

Autores: Ana Carolina Santos Barbosa Machado, Marzo Edir da Silva Grigoletto, Bárbara Lúcia Fonseca Chagas, Marina de Macedo Rodrigues Leite, Roberto Jerônimo dos Santos Silva e Raquel Simões Mendes-Netto.

Artigo original

**Agradecimentos**

O projeto foi financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe – FAPITEC/SE através do edital FAPITEC 02/2013 PPSUS Sergipe. Todos os autores contribuíram para a elaboração do manuscrito.

**Conflitos De Interesse**

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

## **Exercícios intermitente ou contínuo de moderada intensidade promove perda de peso e melhora da aptidão física em indivíduos com excesso de pesos**

### **Resumo**

Dada a atual condição epidemiológica sobre a obesidade, a prática de exercício físico regular vem sendo utilizado como aliado na promoção da saúde. Entretanto, diferentes treinamentos promovem efeitos distintos na composição corporal e aptidão física. Dessa forma, o objetivo do estudo foi comparar as alterações na composição corporal e na aptidão física em sobrepesados e obesos submetidos a treinamento intermitente e treinamento contínuo em um programa de perda de peso de 12 semanas. Estudo clínico controlado aleatorizado com 33 indivíduos adultos com excesso de peso e sedentários submetidos a dois tipos de exercícios físicos: intermitente e contínuo. Foram coletados massa corporal, circunferência do abdômen e do quadril, peso em gordura, peso em massa magra e percentual de gordura, além de variáveis de aptidão física. Utilizou-se ANOVA *two-way* para análise dos dados, e nível de significância de 5%. A amostra tinha média de idade  $32,71 \pm 11,92$  anos no grupo intermitente e  $32,31 \pm 10,75$  anos no grupo contínuo. Houve perda de peso de mais de 7kg ( $p < 0,005$ ) e melhora da força de membros inferiores, velocidade, agilidade e resistência em ambos os grupos de treinamento ( $p < 0,05$ ). Os resultados sugerem que a prática regular de exercício físico moderado em indivíduos obesos destreinados é suficiente para promover melhoras na composição corporal e na aptidão física independentemente do tipo de treinamento realizado.

*Palavras-chaves:* exercício, obesidade, aptidão física, composição corporal

**Moderate intensity intermittent or continuous training promotes weight loss and improved physical fitness in overweight individuals**

Abstract

Because the current epidemiological condition of obesity, regular physical exercise has been used as an ally in the promotion of health. However, different training promote different effects on body composition and physical fitness. Thus, the objective of the study was to compare the changes in body composition and physical fitness in overweight and obese training intermittent exercise and continuous exercises in a 12-week weight loss program. Controlled randomized clinical study with 33 adults overweight and sedentary submitted to two types of exercise: intermittent and continuous. Body mass were collected, abdominal circumference and hip, weight in fat, weight, lean mass and body fat percentage, and physical fitness variables. We used two-way ANOVA for data analysis, and 5% significance level. The sample had a mean age  $32.71 \pm 11.92$  years in the intermittent group and  $32.31 \pm 10.75$  years in the continuous group. There was weight loss of more than 7kg ( $p < 0.005$ ) and improvement of lower limb strength, speed, agility and endurance in both training groups ( $p < 0.05$ ). The results suggest that regular practice of moderate exercise in untrained obese individuals is sufficient to promote improvements in body composition and physical aptitude independent of the type of training conducted

*Keywords:* exercise, obesity, physical fitness, body composition.

## **Introdução**

Dada a atual condição epidemiológica sobre a obesidade, a prática de exercício físico regular vem sendo utilizado como aliado na diminuição do risco cardiometabólico e melhora da composição corporal em indivíduos com excesso de peso (Hu *et al.*, 2012; Fett, Marchini e Ribeiro, 2010; Bernhardt, Stickford, Bhammar and Badd, 2016).

Diferentes tipos de treinamento físico provocam diferentes efeitos sobre aspectos de aderência ao treinamento, aos efeitos metabólicos e alterações na aptidão física promovidos durante o exercício (De Feo, 2013; Tibana *et al.*, 2014)

Teoricamente, um programa de exercícios ideal para perda de peso deve ser viável e atraente para os pacientes, conduzir a resultados de saúde tangíveis e, conseqüentemente, ser de fácil adesão pelos pacientes como o comportamento de estilo de vida definido (De Feo, 2013).

O exercício contínuo, tradicionalmente utilizado por possuir características de baixa intensidade e longos períodos de duração, é capaz de induzir o aumento na capacidade oxidativa muscular, aumento da atividade enzimática muscular e capacidade metabólica (Moreira, Souza, Schwingel, Sá e Zoppi, 2008). Dessa maneira, contribui para a redução de peso corporal e melhora no perfil de lipídeos plasmáticos (Garthe, Raastad e Sundgot-Borgen, 2011).

Já o exercício intermitente de alta intensidade vem sendo apontado como eficiente na adesão, na diminuição do peso corporal com preservação da massa magra, além de influenciar na melhora da aptidão física, melhora cardiometabólica e adaptações cardiovasculares ao exercício (Mancilla *et al.*, 2014; De Feo, 2013; Gremeaux *et al.*, 2012; Daussin *et al.*, 2008).

Testes de aptidão cardiorrespiratória e força muscular estão sendo relacionados como indicadores de saúde, especialmente na síndrome metabólica e mortalidade (Miyatake, Takanami, Kawasaki e Fujii, 2004). Dessa maneira, a melhora da aptidão física é tão importante quanto a melhora na composição corporal.

Diante disso, associado as alterações sobre os parâmetros antropométricos e a aptidão física que pode ocorrer de forma distinta a depender da intensidade e o tipo de treinamento, espera-se fortalecimento nas definições de estratégias de perda de peso em pacientes com sobrepeso/obesidade permitindo assim maior controle no tratamento da obesidade evitando o agravamento da situação.

O presente estudo tem como objetivo comparar as alterações na composição corporal e na aptidão física em sobrepesados e obesos submetidos a exercícios físicos intermitentes e exercício físico contínuo em um programa de perda de peso de 12 semanas.

## **Métodos**

### **Amostra**

Estudo clínico controlado aleatorizado com indivíduos adultos da comunidade universitária. Como critérios de inclusão os indivíduos tinham que ter idade entre 18 e 59 anos, estar com o Índice de Massa Corporal (IMC) entre 25kg/m<sup>2</sup> a 39,9 kg/m<sup>2</sup>; possuir vínculo com a instituição acadêmica; apresentar alteração de peso auto-referido de, no máximo, 3% nos últimos três meses, e; ser sedentários.

Foram excluídos da amostra os participantes que estivessem em acompanhamento médico e/ou nutricional para perda de peso indivíduos nos últimos três meses, que possuísem doenças osteoarticulares que prejudicassem a prática de



exercícios físicos, assim como aqueles que faziam uso contínuo de medicamentos que pudessem interferir nos resultados da pesquisa, tais como anorexígeno ou hormônios. Utilizou-se como critério de abandono do estudo, os participantes que apresentaram mais de 2 faltas consecutivas ou 4 esporádicas no programa de exercício físico.

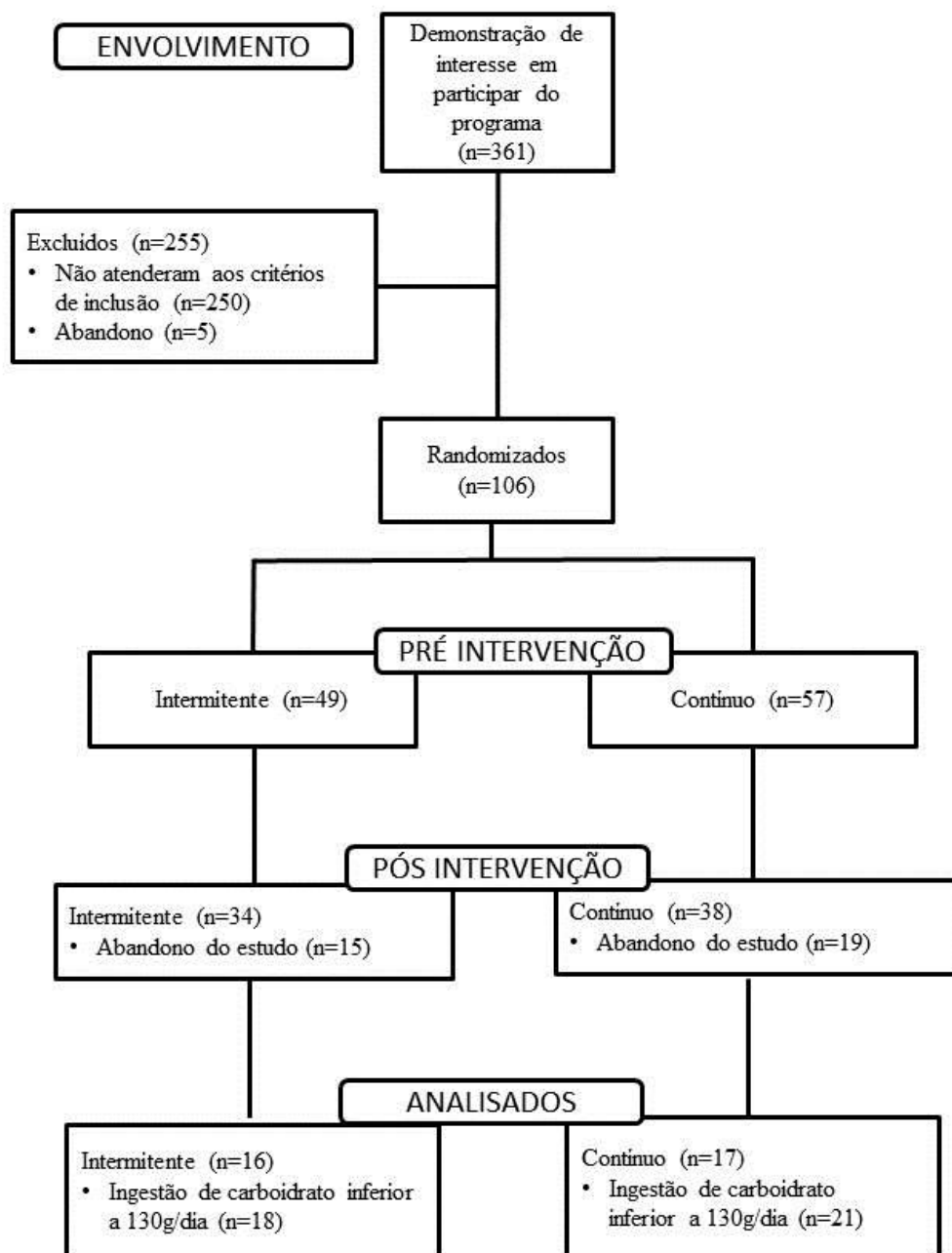
Para selecionar, avaliar e acompanhar os sujeitos que compuseram a população de estudo foi seguido a declaração de Helsinki (2013).

## **Instrumentos**

### *Delineamento experimental*

Os indivíduos foram recrutados para participar do primeiro bloco de avaliações inicial (M0) e após as 12 semanas, os indivíduos foram reavaliados (M1) para fins de comparação.

Para a divisão dos grupos experimentais, baseada nas diferentes estratégias de intervenção do estudo, no intuito de garantir a homogeneidade dos grupos formados, os indivíduos foram randomizados de acordo com critérios de IMC, idade e gênero utilizando o programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 20 para *Windows* (Figura 1).



**Figura 1.** Fluxograma do delineamento experimental do estudo.

Os sujeitos foram acompanhados semanalmente, tanto para análise do seguimento no protocolo de intervenção nutricional bem como na evolução da perda ponderal, para tanto, os participantes deveriam ter ao menos um registro de peso semanal, mensurado no dia do treino, antes de iniciar a sessão de treinamento.

## Procedimentos

### *Protocolo de treinamento*

O treinamento proposto no estudo foi do tipo semi-supervisionado. Os treinos eram realizados duas vezes por semana sob supervisão de equipe técnica e uma vez por semana por conta dos voluntários. Os treinos tinham, em média, duração de 60 minutos com modificação da intensidade do exercício ao longo do tempo.

*Exercício contínuo.* Cada sessão de treinamento contínuo foi realizada em duas etapas. A primeira correspondia a um aquecimento dinâmico com foco nas principais articulações do corpo (cervical, quadril, tornozelo, joelho e umeral). A segunda fase correspondia à sessão aeróbica propriamente dita. Foi realizada corrida na pista de atletismo do *campus* com volume e intensidade controlados a partir da frequência cardíaca máxima (FCM) de cada participante, obtida a partir da equação da fórmula de Tanaka ( $[208 - (0.7 * \text{idade})]$ ) (Tanaka, Monahan e Seals, 2001).

Durante as quatro primeiras semanas de intervenção os participantes realizavam a corrida a 65% da FCM, aumentando esta intensidade em 5% ao final de cada quatro semanas, finalizando as 12 semanas com intensidade de 75% da FCM e 60 minutos de duração.

Para garantir que os participantes estivessem realizando a sua atividade conforme protocolado, as frequências cardíacas monitoradas pelo frequencímetro (POLAR®) foram repassadas para um computador.

Os treinos por conta dos voluntários foram orientados de maneira semelhante ao que ocorria no treino supervisionado. Para facilitar o entendimento, o participantes receberam planilhas de treinamento individualizadas, com orientação sobre a frequência cardíaca de cada semana do treinamento.

*Exercício intermitente.* Cada sessão de treinamento intermitente ocorreu em 3 etapas. A primeira correspondeu a um aquecimento dinâmico padronizado, a segunda referiu-se a estímulos neuromusculares, sendo esta sessão subdividida em outras duas, neuromuscular 1 e neuromuscular 2. A sessão de neuromuscular 1 se caracterizou pela execução de exercícios de empurrar, agachar e puxar, em circuito, planejados para maior potência, velocidade, agilidade e coordenação. Já a sessão de neuromuscular 2 compreendeu exercícios de força. Para ambas as sessões neuromusculares, foram realizados circuitos, repetidos duas vezes, contendo cinco exercícios diferentes durante um minuto, entre execução e descanso, aumentando a intensidade do treinamento ao longo das 12 semanas do programa.

Ao final da sessão de treinamento, a terceira etapa correspondeu a prática de exercícios cardiorrespiratórios, com duração de cinco minutos, sendo propostos jogos lúdicos com estímulos cognitivos.

Para o dia de treinamento por conta do voluntário, foram recomendadas cinco séries de exercícios do tipo agachar, puxar, empurrar e correr, com duração de 1 minuto cada série, totalizando 20 minutos de treino.

#### *Protocolo de intervenção nutricional*

O protocolo de restrição calórica baseou-se em uma redução de 5% a 10% do peso corporal do indivíduo a ser atingido em 12 semanas. Calculou-se a necessidade energética de cada indivíduo e em seguida, adicionava-se um déficit de 500kcal caso o indivíduos fossem sobrepesado e 1000kcal caso fossem obesos dia das necessidades diárias estimadas (Institute of Medicine (IOM), 2005). As dietas continham 55% de carboidrato, 27% de proteína e 19% de lipídios. Para facilitar a adesão ao tratamento, os indivíduos foram encorajados a seguir o plano alimentar proposto recomendando-se o

uso de copo medidor e o álbum fotográfico de medidas caseiras, enviado via e-mail aos voluntários, elaborado para auxiliar a mensuração correta das quantidades prescritas e relatadas nos registros alimentares recolhidos a cada consulta.

#### *Avaliação antropométrica*

Na avaliação inicial (M0) e final (M1), a massa corporal foi aferido com balança eletrônica com escala de 100g. A circunferência da cintura e do quadril foram avaliadas com fita inelástica seguindo os protocolo de Lohman *et al.*, (1988). A composição corporal foi mensurada por meio de bioimpedância elétrica (Biodynamics®, 310).

#### *Protocolo de testes físicos*

Foram realizadas avaliações de desempenho físico nos períodos pré-intervenção (M0), pós-intervenção (M1). Foram aplicados quatro testes físicos, três deles de natureza neuromuscular. Para avaliação da força de membros inferiores utilizou-se o teste de sentar e levantar, a velocidade foi analisada por *sprint* de 20 metros, a agilidade utilizou-se o *Agility 505* e um cardiorrespiratório (teste de 6 minutos de corrida).

Ao início da aplicação dos testes os indivíduos participaram de uma sessão de aquecimento de 5 minutos. Entre a execução de um teste e outro, os indivíduos descansaram 5 minutos, à exceção da transição entre o penúltimo (teste de 20 metros) e último teste (teste de 6 minutos), tendo-se dado descanso de 30 minutos entre um e outro visando melhor recuperação do indivíduo.

#### **Análise estatística**

Para todas as análises estatísticas utilizou-se o valor significativo de  $p < 0,05$  (5%) analisados com auxílio do software estatístico Statistical Package for the Social Sciences SPSS, versão 20 para Windows.

Utilizou-se estatística descritiva, variação do delta e erro padrão para comparação dos dados entre os grupos e em função do tempo. Para determinação da normalidade foi utilizado o teste Shapiro Wilk.

Para análise dos dados antropométricos e de aptidão física utilizou-se o teste ANOVA *two-way* e teste de *post-hoc* de Bonferroni, para comparação dos dados entre os grupos, através do tempo e dentro do mesmo grupo.

O tamanho do efeito (TE) foi calculado através da média do pós intervenção menos a média do momento inicial dividido pelo média dos desvios-padrões do pré e pós intervenção. Para se classificar a magnitude das diferenças, quando o TE era de 0,20 a 0,49 foi considerado um pequeno efeito clínico, de 0,50 a 0,79 efeito clínico moderado e  $>0,80$  grande efeito clínico (Cohen, 1998).

## **Resultados**

Participaram da intervenção 33 indivíduos com excesso de peso e média de idade de  $32.71 \pm 11.92$  anos no grupo do exercício intermitente e  $32.31 \pm 10.75$  anos no grupo do exercício contínuo, conforme demonstrados na tabela 1. Não houve diferenças significativas entre os grupos no momento basal.

**(Inserir tabela 1 aqui)**

A composição corporal dos participantes após as 12 semanas do programa para perda de peso são mostradas na Tabela 2. Houve diminuição significativa do peso ao longo do tempo das 12 semanas de mais de 7kg, sendo predominantemente de massa gorda, em ambos os tipos de treinamento, entretanto, ao comparar os resultados entre os

grupos de treinamento ou da interação do grupo x tempo, não houve diferenças significativas.

Tanto os indivíduos do sexo feminino quanto os do sexo masculino responderam de maneira semelhante sobre as alterações das medidas antropométricas ao longo das 12 semanas, com diminuição do IMC e circunferências abdominal e do quadril.

Sobre a composição corporal, apesar de a diminuição do peso em gordura ter ocorrido de maneira semelhante a ambos os exercícios no decorrer do tempo, observa-se que o efeito clínico foi maior no grupo do contínuo (controle) quando comparado ao intermitente..

**(Inserir tabela 2 aqui)**

Sobre as alterações na aptidão física (tabela 3), observa-se que houve uma diminuição significativa no tempo para realização do teste de velocidade e agilidade, ou seja, os indivíduos ficaram mais velozes e mais ágeis, em ambos os grupos de intervenção, entretanto, quando avaliados por sexo, observa-se que os homens não acompanharam essas alterações sob a agilidade ( $p > 0,05$ ).

Após o treinamento de 12 semanas, os indivíduos realizaram o *sprint* de 20m aproximadamente 30 milésimos de segundo mais rápidos (melhora de mais de 6% na velocidade). A prática do exercício físico intermitente mostrou um efeito clínico maior da velocidade comparado ao grupo contínuo.

Em relação da força de membros inferiores, os indivíduos do sexo masculino e feminino em ambos os grupos de treinamento tiveram melhoras significativas ao longo do tempo, demonstrados também através do alto efeito clínico ( $TE \geq 0,80$ ).

**(Inserir tabela 3).**

## Discussão

Os principais resultados do estudo apontam que as alterações sobre a composição corporal e melhora na capacidade física em homens e mulheres melhoraram de maneira semelhante após 12 semanas em programa de perda de peso, independentemente do tipo de treinamento.

A prática de exercício físico, mesmo semi-supervisionado, é um importante estratégia para controle de peso corporal e melhorias no perfil de saúde dos indivíduos, principalmente quando associadas a bons hábitos alimentares (Bonfanti, Fernández, Gomez-Delgado e Pérez-Jimenez, 2014; ACSM, 2009).

Apesar de ser discutido melhorias significativas nos parâmetros antropométricos nos estudos envolvendo o exercício intermitente e o exercício contínuo de maneira isolada (Seo *et al.*, 2011; De Feo, 2013; Matinhomae, Banaei, Azarbayjani e Zolaktaf, 2014), no presente estudo, não foram observados diferença no perfil antropométricos em ambos os exercícios.

A prática regular de exercício físico, seja intermitente ou contínuo, mostra-se eficaz para a composição corporal em diferentes populações, sejam eutróficos treinados (Mazurek, *et al.*, 2016) ou obesos sedentários.

O fato de submeter indivíduos obesos sedentários a prática de exercício físico juntamente com dieta hipocalórica influencia na composição corporal desses indivíduos, em intervenções de curto e longo prazo (Matinhomae *et al.*, 2014; Sanal, Ardic e Kirac 2013).

Semelhante aos achados do estudo, Willis *et al.* (2012) demonstraram redução de peso em obesos sedentários submetidos a exercício aeróbico ou intermitente sem diferenças significativas entre os grupos. Entretanto, as intervenções intermitente podem



mostrar efeitos superiores na redução no percentual de gordura e na circunferência da cintura quando comparados com o exercício contínuo em 8 meses de treinamento.

Além das melhoras sobre o parâmetro antropométrico dos participantes, é importante salientar os efeitos da aptidão física como indicadores de saúde. A melhora da capacidade física dos indivíduos obesos relaciona-se com a redução com a diminuição da prevalência de doenças cardiovasculares e da mortalidade (Lavie, Milani e Ventura, 2009; Lavie, McAuley, Church, Milani e Blair, 2014).

Quando avaliados indivíduos obesos submetidos a treinamentos físicos regulares ao longo de 6, 8 ou 12 semanas, observou-se melhoras na agilidade, força de membros inferiores e capacidade cardiorrespiratória (Fisher, *et al.*, 2015; Minges, Cormick, Unglik e Dunstan, 2011; Soa, Etoa, Tsujimotoa e Tanaka, 2014).

Tanto o exercício contínuo quanto o intermitente melhoraram a capacidade cardiorrespiratória de obesos submetidos a 10 semanas de treinamento, sugerindo ainda, que os benefícios do exercício regular são positivas para indivíduos sedentários (Fisher *et al.*, 2015)

Apesar de terem resultados semelhantes ao longo do tempo e não terem diferenças entre os tipos de treinamento (GxT), observa-se que, quando avaliados a performance na velocidade e na resistência, o exercício intermitente mostrou maior tamanho do efeito quando comparado com o exercício contínuo. Neste contexto, tem-se destacado que o treinamento intervalado de alta intensidade pode promover melhores adaptações tanto cardiorrespiratórias quanto neuromusculares quando comparado ao treinamento aeróbico (Tibana, *et al.*, 2014; De Feo, 2013; Daussin *et al.*, 2008).

A mudança de direção, identificada através do *5-0-5 agility test*, é um indicador da capacidade neuromuscular, velocidade de correr em linha reta, concentração e

potência (Salaj e Markovic, 2011). Como demonstrado no estudo de Stewart, Turner e Miller (2012), os homens são significativamente mais ágeis que as mulheres, e no presente estudo o tempo da intervenção pode não ter sido suficiente para promover alterações ao longo do tempo.

A capacidade cardiorespiratória deve ter um enfoque similar a perda ponderal nos tratamentos da obesidade. Pois, a melhora da capacidade cardiorespiratória vem sendo mostrada um importante fator de proteção de doenças cardiovasculares e mortalidade (Ortega, Cadenas-Sánchez, Sui, Blair, e Lavie, 2015; Lavie, Schutter e Millani, 2015).

Destaca-se o protocolo de treinamento elaborado e prescrito por equipe capacitada de forma individualizada, levando em consideração a capacidade máxima de cada indivíduo, além das sessões de orientações para a execução do treino não supervisionado em todos os momentos da intervenção. Apesar da orientação e prescrição do exercício para os voluntários, o estudo tem como limitação a ausência do controle da frequência do dia de treinamento não supervisionado. Como tentativa de minimizar a limitação, foi disponibilizado a quadra poliesportiva e o campo de atletismo em dias extras para facilitar a adesão ao dia de treinamento não supervisionado.

## **Conclusões**

A prática de exercício físico regular com intensidades entre 75-90% da FCM, em indivíduos sedentários com excesso de peso promove melhorias na composição corporal e na capacidade física ao longo do tempo, independente do tipo de treinamento ofertado, seja o contínuo ou intermitente e em ambos os sexos. Entretanto, o exercício intermitente parece ter maiores contribuições clínicas sobre a aptidão física.

## Referências

- American College of Sports Medicine (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(2), 459-71.
- Bernhardt, V., Stickford, J.L., Bhammar, D.M., & Badd, T.G. (2016). Aerobic exercise training without weight loss reduces dyspnea on exertion in obese women. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 221, 64-70.
- Bonfanti, N., Fernández, J.M., Gomez-Delgado, F., & Pérez-Jimenez, F. (2014). Effect of two hypocaloric diets and their combination with physical exercise on basal metabolic rate and body composition. *Nutrición Hospitalaria*, 29(3), 635-43.
- Cohen, J. (1988) *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associate, Hillsdale
- Daussin, F.N., Zoll, J., Dufour, S.P., Ponsot, E., Lonsdorfer-Wolf, E., Doutreleau, S., ... Richard, R. (2008) Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 295(1), 264-72.
- De Feo, P. (2013). Is high-intensity exercise better than moderate-intensity exercise for weight loss? *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 23(11), 1037-42.
- Fett, C.A., Fett, W.C., Marchini, J.S., & Ribeiro, R.P. (2010). Estilo de vida e fatores de risco associados ao aumento da gordura corporal de mulheres. *Ciência & Saúde Coletiva*, 15(1), 131-40. doi: 10.1590/S1413-81232010000100019.
- Fisher, G., Brown, A.W., Bohan Brown, M.M., Alcorn, A.2, Noles C4, Winwood, L., .... Allison, D.B. (2015). High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One*, 10(10), e0138853. doi: 10.1371/journal.pone.0138853.
- Garthe, I., Raastad, T., & Sundgot-Borgen, J. (2011). Long-term effect of nutrition counseling on desired gain in body mass and lean body mass in elite athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 36 (4), 547-54.
- Gremeaux, V., Drigny, J., Nigam, A., Juneau, M., Guilbeault, V., Latour, E., ... Gayda, M. (2012) Long-term lifestyle intervention with optimized high-intensity interval training improves body composition, cardiometabolic risk, and exercise parameters in patients with abdominal obesity. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 91(11), 941-50.

Hu, T., Mills, K.T., Yao, I., Demanelis, K., Eloustaz, M., Yancy, W.S. Jr, ... Bazzano, L.A. (2012). Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on metabolic risk factors: a meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *American Journal of Epidemiology*, 176(Suppl7), 44-54.

Institute Of Medicine (IOM) (2005). Dietary Reference Intakes: The essential guide to nutrient requirements. Washington, DC: National Academies Press., 543p.

Lavie, C.J., McAuley, P.A., Church, T.S., Milani, R.V., Blair, S.N. (2014). Obesity and cardiovascular diseases: implications regarding fitness, fatness, and severity in the obesity paradox. *Journal of the American College of Cardiology*., 63(14), 1345-54. doi: 10.1016/j.jacc.2014.01.022.

Lavie, C.J., Milani, R.V., Ventura, H.O. (2009). Obesity and cardiovascular disease: risk factor, paradox, and impact of weight loss. *Journal of the American College of Cardiology*, 53(21), 1925-32. doi: 10.1016/j.jacc.2008.12.068.

Lavie, C.L., Schutter, A., & Milani, R.V. (2015). Healthy obese versus unhealthy lean: the obesity paradox. *Nature Reviews Endocrinology*, 11, 55-62 doi:10.1038/nrendo.2014.165

Lohman, T.G., Roche, A.F., Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*, Champaign, IL : Human Kinetics Books.

Mancilla, R., Torres, P., Álvarez, C., Schifferli, I., Sapunar, J., Díaz, E. (2014). Ejercicio físico interválico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes con intolerancia a la glucosa. *Revista médica de Chile*, 142(1), 34-39.

Matinhomae, H., Banaei, J., Azarbayjani, M.A., Zolaktaf, V. (2014). Effects of 12-week high-intensity interval training on plasma visfatin concentration and insulin resistance in overweight men. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 12, 20-25.

Mazurek, K., Zmijewski, P., Krawczyk, K., Czajkowska A., Kęska, A., Kapuściński, P., Mazurek, T. (2016) High intensity interval and moderate continuous cycle training in a physical education programme improves health-related fitness in young females. *Biology of Sport*, 33, 139-144. doi: 10.5604/20831862.1198626

Minges, K.E., Cormick, G., Unglik, E., & Dunstan, D.W. (2011). Evaluation of a resistance training program for adults with or at risk of developing diabetes: an effectiveness study in a community setting. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8, 50. doi: 10.1186/1479-5868-8-50.

Miyatake, N., Takanami, S., Kawasaki, Y., & Fujii, M. (2004). Relationship between visceral fat accumulation and physical fitness in Japanese women. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 64, 173-9. doi: 10.1016/j.diabres.2003.11.004.

- Moreira, M.M., Souza, H.P.C., Schwingel, P.A., Sá, C.K.C., Zoppi, C.C. (2008). Efeitos do exercício aeróbico e anaeróbico em variáveis de risco cardíaco em adultos com sobrepeso. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 91(4): 219-226.
- Ortega, F.B., Cadenas-Sánchez, C., Sui, X., Blair, S.N., Lavie, C.J. (2015). Role of Fitness in the Metabolically Healthy but Obese Phenotype: A Review and Update. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 58(1), 76-86. doi: 10.1016/j.pcad.2015.05.001.
- Salaj, S. & Markovic, G. (2011). Specificity of jumping, sprinting, and quick change-of-direction motor abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1249-55. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181da77df.
- Sanal, E., Ardic, F., & Kirac, S. (2013). Effects of aerobic or combined aerobic resistance exercise on body composition in overweight and obese adults: gender differences. A randomized intervention study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 49 (1), 1-11.
- Seo, D., So, W.Y., Há, S., Yoo, E.J., Kim, D., Singh, H., ... Eonho, K. (2011). Effects of 12 Weeks of Combined Exercise Training on Visfatin and Metabolic Syndrome Factors in Obese Middle-Aged Women. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(1), 222-226.
- Soa, R., Etoa, M., Tsujimotoa, T., & Tanaka, K., (2014). Acceleration training for improving physical fitness and weight loss in obese women. *Obesity Research & Clinical Practice*, 8, e238-e248
- Stewart, P.F., Turner, A.N., & Miller, S.C. (2014). Reliability, factorial validity, and interrelationships of five commonly used change of direction speed tests. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(3), 500-6. doi: 10.1111/sms.12019.
- Tanaka, H., Monahan, K.D., Seals, D.R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153-6.
- Tibana, R.A., Nascimento, D.C, Sousa, N.M., Souza, V.C., Durigan, J., Vieira, A., ... Prestes, J. (2014). Enhancing of women functional status with metabolic syndrome by cardioprotective and anti-inflammatory effects of combined aerobic and resistance training. *PLoS One*, 9(11), e110160. doi: 10.1371/journal.pone.0110160.
- Willis, L.H., Slentz, C.A., Bateman, L.A., Shields, A.T., Piner, L.W., Bales, C.W., ... Kraus, W.E. (2014). Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *Journal of Applied Physiology*, 113(12), 1831-7. doi: 10.1152/japplphysiol.01370.2011.

Tabela 1

*Característica dos participantes de uma intervenção do programa de perda de peso de acordo com o sexo e tipo de treinamento.*

	Intermitente (n=16)	Contínuo (n=17)
<b>Gênero</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Homens	50	47.1
Mulheres	50	52.9
<b>Idade (anos)</b>	<b>X ± DP</b>	<b>X ± DP</b>
Homens	36.13 ± 11.33	35.67 ± 11.45
Mulheres	28.50 ± 9.29	29.38 ± 12.28
Todos	32.71 ± 11.92	32.31 ± 10.75
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>X ± DP</b>	<b>X ± DP</b>
Homens	30.59 ± 3.32	30.05 ± 3.58
Mulheres	31.02 ± 6.25	31.22 ± 2.32
Todos	29.69 ± 2.91	30.51 ± 4.87

IMC – Índice de Massa Corporal

Tabela 2

*Variação nas medidas antropométricas e de composição corporal de sobrepesados e obesos após programa de perda de peso de acordo com o sexo e tipo de treinamento (intermitente e contínuo). Dados estão apresentados como média e erro padrão*

	Variação (Média(EP))		ANOVA		
	Intermitente n=16 (H=8; M=8)	Contínuo n=17 (H=9; M=8)	G F (P)	T F (P)	GxT F (P)
<b>Peso (kg)</b>					
Homens	-7.30 (1.22)	-7.23 (1.15)	0.99 (0.335)	75.06 (0.000)**	0.94 (0.34)
Mulheres	-4.94 (1.40)	-7.48 (1.40)	0.011 (0.981)	39.12 (0.000)**	0.04 (0.84)
Todos	-6.12 (0.92)	-7.35 (0.89)	0.26 (0.611)	109.8 (0.000)**	0.40 (0.52)
Δ%	-7.21	-8.87			
TE	-0.34	-0.49			
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>					
Homens	-2.43 (0.40)	-2.41 (0.37)	0.09 (0.757)	77.60 (0.000)**	0.09 (0.76)
Mulheres	-1.81 (0.57)	-3.05 (0.57)	0.47 (0.502)	36.39 (0.000)**	0.17 (0.68)
Todos	-2.13 (0.34)	-2.71 (0.33)	0.14 (0.71)	101.44 (0.000)**	0.02 (0.87)
Δ%	-7.21	-8.87			
TE	-0.49	-0.51			
<b>Abdominal (cm)</b>					
Homens	-8.68 (1.08)	-8.57 (1.02)	0.15 (0.69)	133.25 (0.000)**	0.14 (0.71)
Mulheres	-7.87 (1.20)	-7.27 (1.20)	0.00 (0.99)	79.67 (0.000)**	0.004 (0.95)
Todos	-8.28 (0.79)	-7.96 (0.77)	0.03 (0.87)	215.26 (0.000)**	0.02 (0.90)
Δ%	-8.12	-7.79			
TE	-0.23	-0.59			
<b>Quadril (cm)</b>					
Homens	-5.33 (1.03)	-4.95 (0.97)	1.61 (0.09)	52.99 (0.000)**	1.39 (0.25)
Mulheres	-3.96 (1.26)	-7.65 (1.26)	1.07 (0.07)	41.95 (0.000)**	0.41 (0.53)
Todos	-4.60 (0.83)	-6.22 (0.81)	0.01 (0.97)	87.47 (0.000)**	0.55 (0.81)
Δ%	-4.24	-5.65			
TE	-0.17	-0.58			
<b>Gordura (%)</b>					
Homens	-4.87 (0.97)	-5.24 (0.92)	0.14 (0.71)	57.27 (0.000)**	0.17 (0.68)
Mulheres	-2.47 (0.54)	-2.60 (0.54)	1.05 (0.32)	43.24 (0.000)**	0.89 (0.36)
Todos	-3.67 (0.63)	-4.0 (0.61)	0.02 (0.86)	75.40 (0.000)**	0.006 (0.93)
Δ%	-11.65	-13.12			
TE	-0.50	-0.56			
<b>Gordura (kg)</b>					
Homens	-5.58 (0.93)	-6.32 (0.88)	0.41 (0.53)	86.37 (0.000)**	0.53 (0.48)
Mulheres	-3.50 (0.69)	-4.18 (0.69)	0.19 (0.67)	60.84 (0.000)**	0.12 (0.73)
Todos	-4.54 (0.63)	-5.32 (0.61)	0.01 (0.90)	127.13 (0.000)**	0.072 (0.79)
Δ%	-17.06	-20.44			
TE	-0.22	-0.58			

Tabela 2 – continuação

*Variação nas medidas antropométricas e de composição corporal de sobrepesados e obesos após programa de perda de peso de acordo com o sexo e tipo de treinamento (intermitente e contínuo). Dados estão apresentados como média e erro padrão (continuação)*

	Variação (Média(EP))		ANOVA		
	Intermitente n=16 (H=8; M=8)	Contínuo n=17 (H=9; M=8)	G F (P)	T F (P)	GxT F (P)
<b>Massa Magra (kg)</b>					
Homens	-1.52 (0.74)	-0.91 (0.69)	1.05 (0.32)	5.72 (0.03)*	0.82 (0.38)
Mulheres	-1.43 (0.66)	-2.55 (0.66)	0.42 (0.52)	18.38 (0.001)**	0.65 (0.43)
Todos	-1.48 (0.50)	-1.68 (0.48)	0.44 (0.51)	20.34 (0.000)**	0.46 (0.50)
$\Delta\%$	-2.69	-3.15			
TE	-0.12	-0.17			

Variação (depois-antes). IMC – índice de massa corporal. TE – tamanho do efeito. Valores com  $p < 0.05$  foram considerados significantes (ANOVA).



Tabela 3

*Variação nas medidas de aptidão física de sobrepesados e obesos após programa de perda de peso de acordo com o sexo e tipo de treinamento (intermitente e contínuo). Dados estão apresentados como média e erro padrão.*

	Variação (Média(EP))		ANOVA		
	Intermitente n=16 (H=8; M=8)	Contínuo n=17 (H=9; M=8)	G F (P)	T F (P)	GxT F (P)
<b>FMI</b>					
Homens	11.00 (2.88)	5.88 (2.72)	0.21 (0.64)	18.10 (0.001)**	1.19 (0.29)
Mulheres	5.14 (3.62)	6.25 (3.39)	0.41 (0.53)	5.25 (0.03)*	0.44 (0.51)
Todos	8.26 (2.27)	6.05 (2.13)	0.01 (0.92)	21.07 (0.000)**	0.10 (0.75)
Δ%	24.47	17.48			
TE	0.95	0.80			
<b>Velocidade (s)</b>					
Homens	-0.29 (0.07)	-0.27 (0.07)	0.01 (0.89)	26.61 (0.000)**	0.01 (0.91)
Mulheres	-0.41 (0.10)	-0.33 (0.09)	1.17 (0.29)	27.00 (0.000)**	2.15 (0.16)
Todos	-0.34 (0.06)	-0.31 (0.06)	0.53 (0.47)	54.33 (0.000)**	0.83 (0.37)
Δ%	-8.16	-6.75			
TE	-0.84	-0.64			
<b>Agilidade (s)</b>					
Homens	-0.12 (0.07)	-0.04 (0.07)	0.90 (0.35)	2.79 (0.11)	1.46 (0.24)
Mulheres	-0.23 (0.07)	-0.09 (0.07)	0.002 (0.96)	10.14 (0.008)**	0.34 (0.56)
Todos	-0.17 (0.05)	-0.06 (0.05)	0.29 (0.59)	11.42 (0.002)**	1.12 (0.29)
Δ%	-4.98	-1.95			
TE	-0.47	-0.49			
<b>Resistência (m)</b>					
Homens	123.50 (43.17)	150.31 (40.70)	0.08 (0.77)	21.29 (0.000)**	0.01 (0.92)
Mulheres	50.97 (20.24)	133.31 (18.94)	0.22 (0.64)	44.17 (0.000)**	1.51 (0.24)
Todos	89.65 (25.02)	142.31 (23.51)	0.00 (0.98)	45.63 (0.000)**	0.17 (0.67)
Δ%	16.87	21.20			
TE	0.58	0.31			

Variação (depois - antes). FMI – Força de membros inferiores. TE – tamanho do efeito. Valores com  $p < 0.05$  foram considerados significantes (ANOVA).

## **ARTIGO 2 - Efeito da manipulação de carboidrato na composição corporal e risco cardiometabólico em obesas submetidas em exercício contínuo**

### **Manipulação de carboidrato da dieta em obesas**

Ana Carolina Santos Barbosa Machado<sup>1</sup>

Marzo Edir da Silva Grigoletto<sup>2</sup>

Bárbara Lúcia Fonseca Chagas<sup>1</sup>

Marina de Macedo Rodrigues Leite<sup>1</sup>

Danielle Góes da Silva<sup>3</sup>

Raquel Simões Mendes-Netto<sup>2\*</sup>

1. Mestre do Programa de Pós Graduação em Educação Física – PPGEF/UFS
2. Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em Educação Física – PPGEF/UFS
3. Professora Doutora do Programa de Pós Graduação em Ciência de Nutrição – PPGCNUT/UFS; Departamento de Nutrição – DNUT/UFS

Correspondencia: Profa. Dra. Raquel Simões Mendes-Netto, Universidade Federal de Sergipe. Av. Marechal Rondon, S/N. Rosa Elze, São Cristóvão/SE, 49100-000. +55 (79) 21056662. [raquelufs@gmail.com.br](mailto:raquelufs@gmail.com.br)

## RESUMO

**Introdução:** O excesso de peso é um dos maiores problemas de saúde pública do mundo. Dentre os fatores alimentares determinantes, observa-se o balanço energético positivo. Atualmente, observa-se a relação entre a composição de carboidrato da dieta com a maior eficiência do controle ponderal, entretanto, ainda não é claro na literatura qual a quantidade mínima de carboidrato que pode oferecer as melhorias na saúde sem causar efeitos adversos em obesos. **Objetivo:** Avaliar a efetividade redução de carboidrato sobre a composição corporal e marcadores cardiometabólicos de mulheres obesas sedentárias. **Sujeitos/Métodos:** Participaram do estudo 24 mulheres obesas sendo 8 consumindo dietas com adequado teor de carboidrato (A-CHO) e 16 consumindo dietas com redução de carboidrato (R-CHO) realizando exercício físico contínuo semi-supervisionado por 12 semanas. Foram aferidos peso, circunferências do abdômen e quadril, composição corporal (BIA) e parâmetros cardiometabólicos (VLDL, LDL, HDL, CT, TGL, AST, ALT, glicemia, ácido úrico, ureia, creatinina). Utilizou-se ANOVA *two-way* com nível de significância de 5% para a análise dos dados. **Resultados:** Obesas com idade média de  $32.19 \pm 9.55$  (A-CHO) e  $29.37 \pm 12.28$  (R-CHO). Houve redução significativa ao longo do tempo de peso, circunferências, percentual de gordura, dos parâmetros lipídicos e de função hepática ( $p < 0,05$ ). Não houve interação da composição da dieta com nenhuma das variáveis ( $p > 0,05$ ). **Conclusão:** As variações na composição de carboidrato da dieta não necessitam ser tão intensas para mostrar efetividade no controle de peso corporal e nos parâmetros cardiometabólicos.

**Palavras-chaves:** Restrição calórica; Exercício; Carboidrato; Obesidade; Perda de peso.

## ABSTRACT

**Introduction:** Excess weight is a major public health problems worldwide. Among the determinants of dietary factors, we observe a positive energy balance. Currently, the relationship between dietary carbohydrate composition with greater efficiency weight control is observed, however, is still not clear in the literature that the minimum amount of carbohydrate that can offer improvements in health without causing adverse effects in obese. **Aim:** The objective of the study is to evaluate the effectiveness of reducing carbohydrate on body composition and cardiometabolic markers of sedentary obese women. **Subjects/Methods:** The study included 24 obese women, 8 consuming diets with adequate carbohydrate (A-CHO) and 16 consuming diets with reduced carbohydrate (R-CHO) performing continuous exercise semi-supervised for 12 weeks. It was measured weight, abdomen and hip circumferences, body composition (BIA) and cardiometabolic parameters (VLDL, LDL, HDL, TC, TGL, AST, ALT, glucose, uric acid, urea, creatinine). We used two-way ANOVA with 5% level of significance for data analysis. **Results:** Obese female with  $32.19 \pm 9.55$  (A-CHO) and  $29.37 \pm 12.28$  (R-CHO) mean age. There was a significant reduction over time weight, circumferences, percentage of fat, lipid and hepatic parameters. No interaction of diet composition with any of the variables. **Conclusion:** The changes in the carbohydrate in the diet composition need not be as heavy to show effectiveness in controlling body weight and cardiometabolic parameters.

**Keywords:** Caloric restriction; Exercise; Carbohydrates; Obesity; Weight loss

## INTRODUÇÃO

O excesso de peso é um dos maiores problemas de saúde pública do mundo, responsável pelo aumento da morbidade e mortalidade por alterações cardiometabólicas. Dentre os fatores alimentares, a maior ingestão energética associada ao menor gasto calórico contribui para o balanço energético positivo e ao ganho de peso<sup>1-4</sup>.

Atualmente, observa-se que as dietas hipocalóricas com manipulação do conteúdo de carboidrato contribuem de forma diferenciada na perda de peso e melhora do perfil cardiometabólico, sendo mais eficientes quando comparadas a dietas com restrições de gordura<sup>3,5-11</sup>.

Entretanto, quando as restrições de carboidratos ocorrem de maneira intensa (<20g/dia ou <5% de carboidrato) mostram resultados insatisfatórios sobre a disposição física, ganho de peso subsequente e baixa adesão ao seguimento da dieta<sup>7,12-16</sup>.

As recomendações dietéticas de referências (DRIs) sobre a ingestão de macronutrientes do Instituto de Medicina indicam a ingestão mínima de 130g por dia e/ou 45 a 65% do valor energético total de carboidrato da dieta para adultos<sup>17</sup>.

Por conta dessa longa faixa de adequação, ainda não é bem destacado na literatura qual a quantidade mínima de carboidrato pode oferecer os efeitos positivos da melhora da composição corporal e dos parâmetros cardiometabólicos diminuindo os efeitos deletérios das restrições severa em 12 semanas.

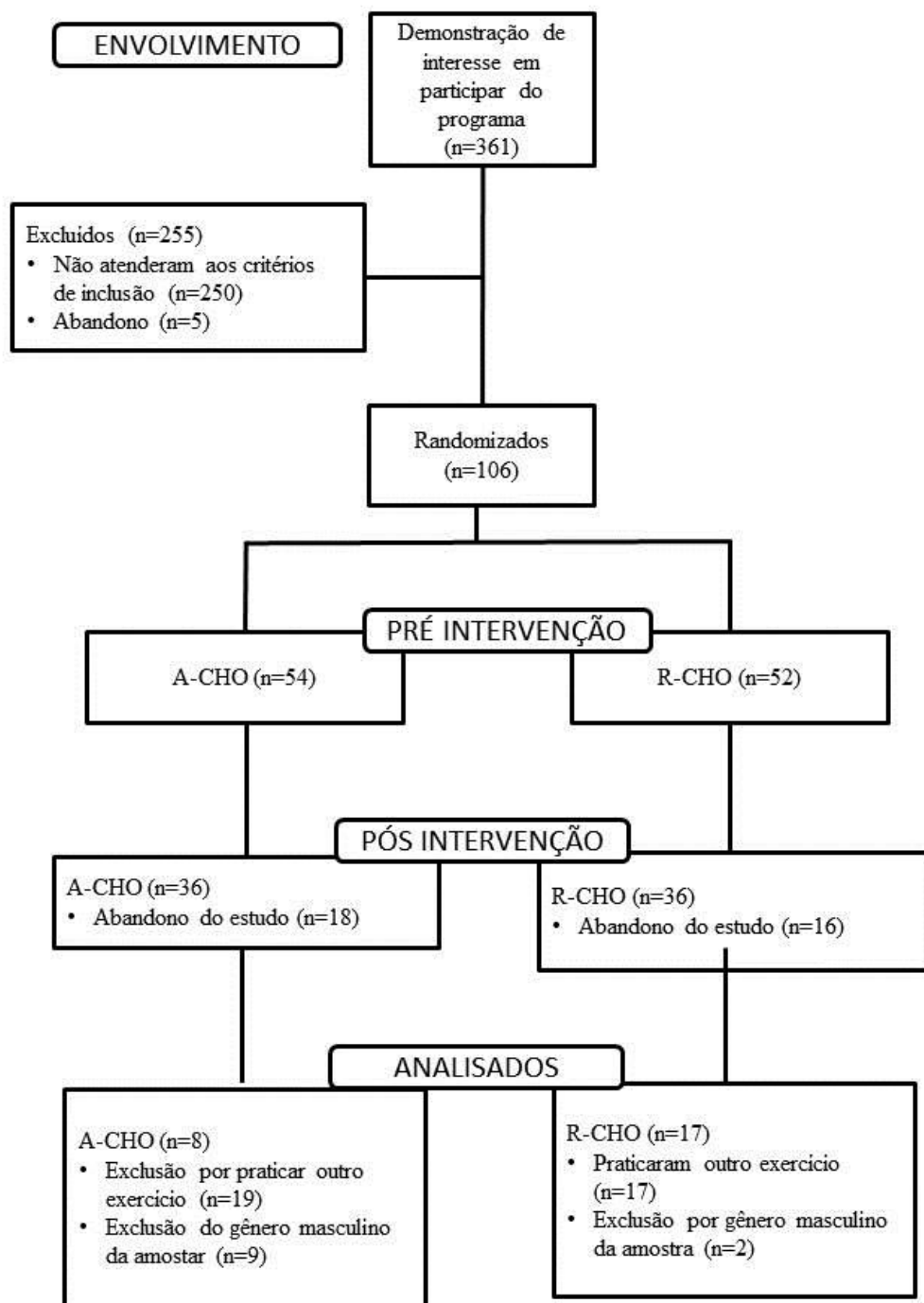
Diante disso, espera-se que ao definir um protocolo de distribuição de macronutrientes da dieta seja fortalecida as estratégias em nutrição de pacientes com sobrepeso/obesidade permitindo assim maior controle no tratamento evitando o agravamento da situação.

O objetivo do estudo é avaliar a efetividade redução de carboidrato sobre a composição corporal e marcadores cardiometabólicos de mulheres obesas sedentárias.

## MÉTODOS

### Amostra

Ensaio clínico randomizado com mulheres adultas da comunidade universitária.. Para a inclusão do estudo, as participantes precisavam: ter idade entre 18 a 59 anos; estar com o Índice de Massa Corporal (IMC) entre 25kg/m<sup>2</sup> a 39,9 kg/m<sup>2</sup>; possuir vínculo com a instituição acadêmica; não apresentar alteração de peso de  $\pm 3\%$  nos últimos três meses; ser sedentários. Foram excluídos os participantes com acompanhamento médico ou nutricional; distúrbios nutricionais; uso de medicamentos anorexígenos e/ou hormonais. Era interrompido o estudo dos participantes que não compareceram às consultas nutricionais, e/ou apresentaram mais de 2 faltas consecutivas ou 4 esporádicas nos treinos, durante as 12 semanas (Figura 1).

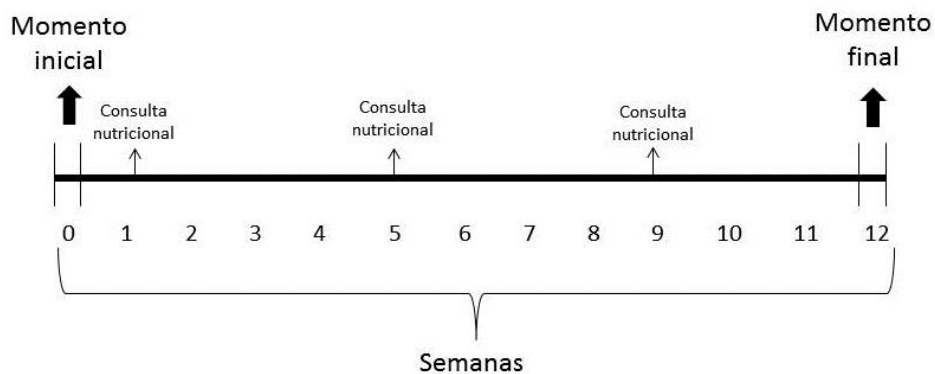


**Figura 1.** Fluxograma das 12 semanas de intervenção.

Para selecionar, avaliar e acompanhar os sujeitos que compuseram a população de estudo foi seguido todas as normas de Helsinki (2013).

## Desenho experimental

Os indivíduos foram avaliados no período basal (M0) e após as 12 semanas de intervenção (M1). Em ambos os momentos foram realizadas aferições antropométricas, dietéticas e sanguíneas (Figura 2).



**Figura 2.** Delineamento experimental das 12 semanas de intervenção.

Os grupos de intervenção foram randomizados de acordo com os critérios de IMC, idade e gênero, para que não houvessem diferenças iniciais entre os grupos com adequado teor de carboidrato (A-CHO) e com redução de carboidrato (R-CHO), com o auxílio do programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 20 para *Windows*.

Uma vez por mês, durante as 12 semanas, foram realizadas consultas nutricionais individualizadas com duração média de 30 a 40 minutos (Semana 1 (S1), Semana 5 (S5), Semana 9 (S9)). Neste momento, foram aferidos peso e circunferência abdominal, além de aplicado recordatório de 24h (Figura 2).



### **Protocolo dietético**

O protocolo de restrição calórica baseou-se em uma redução de 5% a 10% do peso corporal do indivíduo a ser atingido em 12 semanas, com restrição de 500 a 1000kcal/dia, quando sobrepesados e obesos, respectivamente.

O conteúdo de carboidrato variou entre os dois grupos, para o grupo de oferta adequada de carboidrato (A-CHO) foi programada a ingestão de 55% de carboidrato, 27% de proteína e 19% de lipídios. Já o grupo com redução de carboidrato (R-CHO) receberam planejamentos dietéticos com 25% de carboidrato, 48% de proteína e 28% de lipídio. Os indivíduos foram encorajados a seguir o plano alimentar e o monitoramento da ingestão dietética foi monitorada por meio de registros alimentares e questionários de adesão ao plano alimentar. No entanto, considerando a ingestão final durante o seguimento dietético, a divisão dos grupos para análise foi feita considerando a ingestão de carboidrato abaixo ou acima da mediana de 130g por dia.

### **Protocolo de treinamento**

O treinamento proposto no estudo foi do tipo semi-supervisionado. Os treinos eram realizados duas vezes por semana sob supervisão de equipe técnica e uma vez por semana por conta dos voluntários.

Para realização do exercício contínuo, os participantes iniciaram o treinamento com 65% da frequência cardíaca máxima (FCM), com um aumento de 5% com o passar de 4 semanas, finalizando as 12 semanas com 75% da FCM. Em todos os momentos as frequências cardíacas monitoradas pelo frequencímetro foram repassadas para um computador digital.

Os treinos feitos por conta dos voluntários foram orientados de maneira semelhante ao que ocorria no treino supervisionado. Os participantes receberam

planilhas de treinamento individualizadas, com orientação sobre a frequência cardíaca de cada semana do treinamento.

### **Avaliação antropométrica e cardiometabólica**

Na avaliação inicial (M0) e final (M1), o peso foi aferido com balança digital de precisão de 100g. A circunferência da cintura e do quadril foram avaliadas com fita inelástica<sup>18</sup>. A composição corporal foi mensurada por meio de bioimpedância elétrica (Biodynamics®, 310).

Para a coleta sanguínea foi realizada a extração por meio de punção venosa, em veia antecubital de uma alíquota de sangue (12 mL), após jejum de 12 horas. Foram aferidos dos participantes o perfil lipídico (colesterol total, VLDL-colesterol, LDL-colesterol, HDL-colesterol e triglicérides), marcadores de perfil hepático (AST e ALT), glicemia, ácido úrico, ureia e creatinina. Todas as análises sanguíneas foram feitas utilizando o equipamento CMD 800i da Wiener Lab Group.

### **Análise estatística**

Para todas as análises estatísticas utilizou-se o valor significativo de  $p < 0,05$  (5%) analisados com auxílio do software estatístico Statistical Package for the Social Sciences SPSS, versão 20 para Windows.

Utilizou-se estatística descritiva, variação do delta e erro padrão para comparação dos dados entre os grupos e em função do tempo. Para determinação da normalidade foi utilizado o teste Shapiro Wilk.

Para análise dos dados antropométricos e de aptidão física utilizou-se o teste ANOVA *two-way* e teste de *post-hoc* de Bonferroni, para comparação dos dados entre os grupos (GxT) através do tempo (T) e nos grupos (G).

O *Effect Size* (ES) foi calculado através da média do pós intervenção menos a média do momento inicial dividido pelo média dos desvios-padrões do pré e pós

intervenção. Para se classificar a magnitude das diferenças, quando o ES era de 0,20 a 0,49 foi considerado um pequeno efeito clínico, de 0,50 a 0,79 efeito clínico moderado e  $>0,80$  grande efeito clínico<sup>19</sup>.

## RESULTADOS

Participaram do estudo 24 mulheres obesas com idade média de  $32.19 \pm 9.55$  anos no grupo A-CHO e de  $29.37 \pm 12.28$  anos no grupo R-CHO.

Na análise da antropometria das participantes (Tabela 1), houve redução significativa em função do tempo para todas as variáveis, sem diferenciação entre os grupos com ou sem redução de carboidratos na dieta.

**Tabela 1.** Resultados da antropometria e da composição corporal das obesas no momento pré e pós intervenção de 12 semanas de acordo com o tipo de dieta (A-CHO e R-CHO).

	ACHO X $\pm$ DP (n=8)	RCHO X $\pm$ DP (n=16)	Efeito ANOVA	F	P
<b>Peso (kg)</b>					
Pré	77,77 $\pm$ 17,38	78,77 $\pm$ 11,47	G	0,06	0,23
Pós	70,28 $\pm$ 17,44	72,18 $\pm$ 11,48	T	99,72	<0,001
$\Delta\%$	-9,86	-8,48	GxT	0,10	0,75
ES	-0,52	-0,54			
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>					
Pré	31,02 $\pm$ 6,25	32,41 $\pm$ 3,95	G	0,57	0,45
Pós	27,97 $\pm$ 6,05	29,66 $\pm$ 3,88	T	83,51	<0,001
$\Delta\%$	-9,86	-8,48	GxT	0,70	0,41
ES	-0,54	-0,72			
<b>Abdominal (cm)</b>					
Pré	97,12 $\pm$ 16,72	101,4 $\pm$ 10,53	G	0,50	0,48
Pós	89,85 $\pm$ 15,78	93,32 $\pm$ 11,04	T	109,03	<0,001
$\Delta\%$	-7,48	-8,05	GxT	0,39	0,53
ES	-0,61	-0,74			
<b>Quadril (cm)</b>					
Pré	113,56 $\pm$ 11,88	109,88 $\pm$ 7,07	G	0,39	0,53
Pós	105,91 $\pm$ 11,98	104,55 $\pm$ 8,62	T	70,88	<0,001
$\Delta\%$	-6,76	-4,91	GxT	0,10	0,75
ES	-0,60	-0,67			
<b>% Gordura</b>					
Pré	36,46 $\pm$ 4,52	37,23 $\pm$ 4,24	G	0,03	0,84
Pós	33,86 $\pm$ 5,13	33,84 $\pm$ 4,60	T	46,59	<0,001
$\Delta\%$	-7,32	-9,15	GxT	0,00	0,99
ES	-0,57	-0,79			
<b>MG (kg)</b>					
Pré	28,61 $\pm$ 9,94	29,51 $\pm$ 6,47	G	0,03	0,85
Pós	24,42 $\pm$ 9,75	24,71 $\pm$ 6,34	T	101,35	<0,001
$\Delta\%$	-15,63	-16,64	GxT	0,008	0,93
ES	-0,61	-0,79			
<b>MM (kg)</b>					
Pré	48,41 $\pm$ 8,42	49,26 $\pm$ 6,61	G	0,16	0,69
Pós	45,86 $\pm$ 8,04	47,47 $\pm$ 6,43	T	36,47	<0,001
$\Delta\%$	-5,22	-3,62	GxT	0,28	0,60
ES	-0,18	-0,22			

A-CHO, adequado teor de carboidrato. R-CHO, restrição de carboidrato. IMC, índice de massa corpórea; MG, massa gorda; MM, massa magra.

Apesar de ter havido diminuição significativa na massa magra dos participantes de ambos os grupos ao longo do tempo, essa redução teve efeito clínico baixo (ES<0,2). Por outro lado, as alterações do perímetro abdominal e da gordura corporal apresentaram maiores magnitude de efeito (ES: 0,5 - 0,79).

Ao analisar os parâmetros lipídicos dos voluntários, observa-se que houve melhora no perfil lipidêmico dos indivíduos com uma diminuição do colesterol total, VLDL-colesterol, LDL-colesterol e TGL ao longo do tempo, sem diferenças estatísticas na comparação entre os grupos, acompanhado de um aumento significativo de HDL-colesterol (Tabela 3).

**Tabela 2.** Resultados do perfil bioquímico das obesas no momento pré e pós intervenção de 12 semanas de acordo com o tipo de dieta (A-CHO e R-CHO).

	ACHO X $\pm$ DP (n=8)	RCHO X $\pm$ DP (n=16)	Efeito ANOVA	F	P
<b>CT (mg/dL)</b>					
Pré	198,62 $\pm$ 41,00	195,81 $\pm$ 19,84	G	0,005	0,94
Pós	169,00 $\pm$ 32,05	173,62 $\pm$ 30,87	T	23,33	<0,001
$\Delta\%$	-14,41	-10,67	GxT	0,11	0,73
ES	-0,70	-0,68			
<b>VLDL-c (mg/dL)</b>					
Pré	23,00 $\pm$ 17,75	24,25 $\pm$ 9,01	G	0,21	0,65
Pós	15,37 $\pm$ 7,38	17,75 $\pm$ 6,80	T	13,34	0,001
$\Delta\%$	-20,38	-21,60	GxT	0,61	0,44
ES	-0,76	-0,82			
<b>LDL-c (mg/dL)</b>					
Pré	117,75 $\pm$ 25,95	113,06 $\pm$ 28,33	G	0,035	0,85
Pós	91,87 $\pm$ 24,48	92,50 $\pm$ 27,07	T	28,68	<0,001
$\Delta\%$	-21,81	-17,47	GxT	0,003	0,95
ES	-0,76	-0,68			
<b>HDL-c (mg/dL)</b>					
Pré	57,87 $\pm$ 9,26	58,50 $\pm$ 12,00	G	0,06	0,79
Pós	61,75 $\pm$ 10,19	63,37 $\pm$ 9,87	T	8,11	0,009
$\Delta\%$	6,96	9,28	GxT	0,14	0,71
ES	0,55	0,47			
<b>TGL (mg/dL)<sup>b</sup></b>					
Pré	84,28 $\pm$ 28,22	120,50 $\pm$ 45,29	G	4,22	0,05
Pós	65,71 $\pm$ 20,43	89,19 $\pm$ 33,69	T	10,66	0,004
$\Delta\%$	-19,50	-20,37	GxT	2,88	0,10
ES	-0,76	-0,79			
<b>Glicemia (mg/dL)</b>					
Pré	87,75 $\pm$ 11,90	91,25 $\pm$ 8,69	G	0,76	0,39
Pós	84,25 $\pm$ 6,36	86,18 $\pm$ 6,64	T	5,38	0,03
$\Delta\%$	-3,00	-5,15	GxT	0,46	0,50
ES	-0,25	-0,56			
<b>AST (U/L)<sup>a</sup></b>					
Pré	26,50 $\pm$ 4,40	22,46 $\pm$ 4,58	G	3,13	0,09
Pós	22,87 $\pm$ 3,87	20,60 $\pm$ 4,59	T	12,72	0,002
$\Delta\%$	-12,24	-11,26	GxT	1,41	0,24
ES	-0,79	-0,39			
<b>ALT (U/L)<sup>a</sup></b>					
Pré	23,00 $\pm$ 8,07	16,60 $\pm$ 7,05	G	5,27	0,03
Pós	20,50 $\pm$ 8,45	14,06 $\pm$ 7,60	T	1,84	0,18
$\Delta\%$	-6,48	-11,93	GxT	3,46	0,07
ES	-0,69	-0,40			
<b>Ác. Úrico (mg/dL)</b>					
Pré	3,68 $\pm$ 0,65	3,84 $\pm$ 0,93	G	0,12	0,72
Pós	3,55 $\pm$ 0,61	3,68 $\pm$ 1,27	T	1,28	0,26
$\Delta\%$	-2,78	-4,85	GxT	0,07	0,79
ES	-0,07	-0,12			

**Tabela 2.** Resultados do perfil bioquímico das obesas no momento pré e pós intervenção de 12 semanas de acordo com o tipo de dieta (A-CHO e R-CHO) (continuação).

	ACHO X $\pm$ DP (n=8)	RCHO X $\pm$ DP (n=16)	Efeito ANOVA	F	P
<b>Ureia (mg/dL)</b>					
Pré	21,00 $\pm$ 4,03	22,06 $\pm$ 5,76	G	0,03	0,84
Pós	22,37 $\pm$ 3,96	22,06 $\pm$ 5,19	T	0,41	0,52
$\Delta\%$	8,55	2,73	GxT	0,02	0,88
ES	0,23	0,01			
<b>Creat.(mg/dL)</b>					
Pré	0,70 $\pm$ 0,11	0,69 $\pm$ 0,09	G	0,78	0,38
Pós	0,67 $\pm$ 0,10	0,61 $\pm$ 0,08	T	9,50	0,005
$\Delta\%$	-2,46	-11,32	GxT	2,38	0,13
ES	-0,35	-0,78			

A-CHO, adequado teor de carboidrato; R-CHO, restrição de carboidrato; CT, colesterol total; VLDL-c, very low density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; HDL, high density lipoprotein; TGL, triacilglicerol livres; AST, aspartato aminotransferase; ALT, alanina aminotransferase; Creat, creatinina; <sup>a</sup>RCHO n=15. <sup>b</sup>ACHO n=7;

Apesar da redução da ingestão de carboidratos no grupo R-CHO, não houve diferenças significativas na glicemia dos indivíduos quando comparados com o grupo A-CHO. Entretanto, houve uma influência clínica moderada na redução da glicemia no grupo R-CHO (ES: 0,5-0,79).

Nos parâmetros de função hepática, houve diminuição no AST em ambos os grupos ao longo do tempo, porém sem interação GxT. Entretanto, os valores de ALT mostraram-se diferentes nos grupos R-CHO e A-CHO. Não houve alterações sob o ácido úrico e a ureia dos participantes ao longo do tempo, e nem quando comparados as duas intervenções dietéticas. Entretanto, houve uma redução da creatinina em ambos os grupos ao longo das 12 semanas.



## DISCUSSÃO

Os principais resultados do estudo apontam que as alterações na composição corporal e melhora do perfil cardiometabólico foram semelhantes em ambos os grupos independente do teor de carboidrato da dieta.

Levando em consideração que ambas as dietas possuíam restrições calóricas semelhantes, observa-se que restrições calóricas moderadas (300 a 500 kcal) parecem facilitar a adesão a programas de perda de peso independente do teor de carboidrato da dieta, contribuindo ainda, para as melhorias sob a composição corporal e diminuição dos níveis de inflamação em 12 semanas<sup>20-23</sup>.

Além disso, pode não ter havido interação na composição corporal pois a redução de carboidrato proposta no estudo foi moderada, considerando os limites mínimos recomendados pelas diretrizes de 110g/dia ou 45% do valor energético total da dieta<sup>17</sup>.

As alterações do perfil lipídico dos participantes ocorreram ao longo do tempo de intervenção e não houve interação sobre a composição de carboidrato da dieta. Dietas com conteúdo moderado de carboidrato e dietas com restrições severas parecem ter efeitos semelhante a curto prazo<sup>24-26</sup>, entretanto, a longo prazo restrições intensas parecem ter efeito reduzido nos triacilglicerol<sup>27</sup>.

Dietas hipocalóricas associadas a um controle na ingestão de carboidratos estimulam menor liberação da insulina, promovendo maior degradação de glicose hepática e utilização de ácidos graxos livres como fonte de energia por inibição ação da lipoproteína lipase<sup>28</sup>. Esta redução na liberação de insulina associado à menor oferta de energia e de gorduras na alimentação contribuem também à redução da síntese e liberação de lipídios sanguíneos como colesterol e triacilglicerol na forma de lipoproteínas<sup>29</sup>.

Ademais, apesar do seguimento dietético ter uma contribuição importante, sabe-se que a inserção da prática de exercício físico regular diminui entre 6% a 10% os riscos de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) além de aumentar a qualidade e expectativa de vida<sup>17</sup> (LEE, *et al.*, 2013). Intervenções dietéticas associadas a atividade física quando aderida pelos participantes (adesão  $\geq$  80%) reduzem o risco cardiometabólico<sup>30,31</sup>.

Os pontos fortes do estudo são a randomização do projeto, a redução de carboidrato considerando as diretrizes alimentares de referência, o planejamento dietético calculado considerando os aspectos regionais e financeiros, e o acompanhamento com nutricionistas e educadores físicos para facilitar a adesão ao programa.

Deve-se considerar que, apesar de ter ofertado planos alimentares condizentes com a realidade dos participantes, o estudo tem como limitação a não oferta dos alimentos para os participantes. No entanto, o presente estudo considerou que a condução do estudo com indivíduos em vida livre como sendo importante no alcance dos resultados finais.

As variações na composição de carboidrato da dieta não necessitam ser tão intensas para mostrar efetividade no controle de peso corporal. A adoção de dieta hipocalórica independente do teor de carboidrato, acompanhada de exercício físico regular, é capaz de promover melhora do perfil lipídico de mulheres obesas em 12 semanas.

## **AGRADECIMENTOS**

O projeto foi financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe – FAPITEC/SE através do edital FAPITEC 02/2013 PPSUS Sergipe. Todos os autores contribuíram para a elaboração do manuscrito.

**CONFLITOS DE INTERESSE**

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

## REFERÊNCIAS

Fontaine KR, Redden DT, Wang C, Westfall AO, Alisson DB. Years of life lost due to obesity. *JAMA* 2003 Jan; 229(2): 187-93.

Dixon JB. The effect of obesity on health outcomes. *Mol Cell Endocrinol* 2010 Mar; 316(2): 104-8.

Garthe I, Raastad T, Sundgot-Borgen J. Long-term effect of nutrition counseling on desired gain in body mass and lead body mass in elite athletes. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011 Aug; 36 (4): 547-54.

Casazza K, Cardel M, Dulin-Keita A, Hanks LJ, Gower BA, Newton AL, et al. A trial of reduced carbohydrate diet to improve metabolic outcomes and decrease adiposity in obese peripubertal African American girls: does macronutrient profile matter? *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2012 Mar; 54(3): 336-342.

Miller M, Beach V, Sorkin JD, Mangano C, Dobmeier C, Novacic D, et al. Comparative effects of three popular diets on lipids, endothelial function, and C-reactive protein during weight maintenance. *J Am Diet Assoc.* 2009 Apr; 109(4): 713-7.

Frisch S, Zittermann A, Berthold HK, Götting C, Kuhn J, Kleesiek K et al. A randomized controlled trial on the efficacy of carbohydrate-reduced or fat-reduced diets in patients attending atelemedically guided weight loss program. *Cardiovasc Diabetol* 2009 Jul; 8: 36

Foster GD, Holly RW, Hill JO, Makris AP, Rosenbaum DL, Brill C *et al.* Weight and Metabolic Outcomes After 2 Years on a Low-Carbohydrate Versus Low-Fat Diet: A Randomized Trial. *Ann Inter Med.* 2010; 153(3): 147-57.

Volek JS, Quann EE, Forsythe CE. Low-Carbohydrate Diets Promote A More Favorable Body Composition Than Low-Fat Diets. *Strength Cond J* 2010 Feb; 32(1): 42-47

Kirk SF, Penney TL, McHugh TL, Sharma AM. Effective weight management practice: a review of the lifestyle intervention evidence. *Int J Obes.* 2012; 36(2): 178-85

Hu T, Mills KT, Yao I, Demanelis K, Eloustaz M, Yancy WS Jr, et al. Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on metabolic risk factors: a meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Am J Epidemiol* 2012 Oct; 176(Suppl7): 44-54.

Gu Y, Yu H, Li Y, Ma X, Lu J, Yu W et al. Beneficial effects of an 8-week, very low carbohydrate diet intervention on obese subjects. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013; 2013:760804.

Strasser B, Berger K, Fuchs D. Effects of a caloric restriction weight loss diet on tryptophan metabolism and inflammatory biomarkers in overweight adults. *Eur J Nutr.* 2015 Feb; 54(1): 101-7.

Lowie MR. Dieting: proxy or cause of future weight gain?. *Obes Rev.* 2015 Feb; 16 (Suppl 1): 19-24.

Butki BD, Baumstark J, Driver S. Effects of a carbohydrate-restricted diet on affective responses to acute exercise among physically active participants. *Percept Mot Skills* 2003 Apr; 96(2): 607-15.

Sundgot-Borgen J, Garthe I. Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions. *J Sports Sci* 2011 May; 29(Suppl 1): 101-14.

Clifton PM. Low Carbohydrate diets for weight loss: the pros and cons. *J Hum Nutr Diet* 2011 Dec; 24(6): 523-4.

Institute Of Medicine (IOM). *Dietary Reference Intakes: The essential guide to nutrient requirements*. Washington, DC: National Academies Press. 2005.

Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual*, Champaign, IL : Human Kinetics Books. 1988.

Cohen, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associate, Hillsdale. 1988.

Basciani S, Costantini D, Contini S, Persichetti A, Watanabe M, Mariani S, Lubrano C, Spera G, Lenzi A, Gnassi L. Safety and efficacy of a multiphase dietetic protocol with meal replacements including a step with very low calorie diet. *Endocrine*. 2015 Apr;48(3):863-70.

Lee H-C, Cheng W-Y, Hsu Y-H, Su H-Y, Huang BET-G, Lin Y-K. Effects of calorie restriction with n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids on metabolic syndrome severity in obese subjects: A randomize-controlled trial. *J Funct Foods* 2015 Dec; 19(b): 929-40.

Nikokavoura EA, Johnston KL, Broom J, Wrieden WL, Rolland C. Weight loss for women with and without polycystic ovary syndrome following a very low-calorie diet in a community-based setting with trained facilitators for 12 weeks. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2015 Oct; 8: 495-503

Clement K, Viguerie N, Poitou C, Carette C, Pelloux V, Curat CA, et. al. Weight loss regulates inflammation-related genes in white adipose tissue of obese subjects. *FASEB J.* 2004;18:1657–1669

Sasakabe T, Haimoto H, Umegaki H, Wakai K. Association of decrease in carbohydrate intake with reduction in abdominal fat during 3-month moderate low-carbohydrate diet among non-obese Japanese patients with type 2 diabetes. *Metabolism*. 2015 May; 64(5): 618-25.

Cicero AF, Benelli M, Brancaleoni M, Dainelli G, Merlini D, Negri R. Middle and Long-Term Impact of a Very Low-Carbohydrate Ketogenic Diet on Cardiometabolic Factors: A Multi-Center, Cross-Sectional, Clinical Study. *High Blood Press Cardiovasc Prev*. 2015 Dec; 22(4): 389-94.

Soenen S, Bonomi AG, Lemmens SG, Scholte J, Thijssen MA, van Berkum F, et al. Relatively high-protein or 'low-carb' energy-restricted diets for body weight loss and body weight maintenance? *Physiol Behav*. 2012 Oct 10; 107(3): 374-80.

Clifton PM, Condo D, Keogh JB. Long term weight maintenance after advice to consume low carbohydrate, higher protein diets--a systematic review and meta analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2014 Mar; 24(3): 224-35.

Munsters MJ, Saris WH. Body weight regulation and obesity: dietary strategies to improve the metabolic profile. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2014; 5: 39-51.

Lieber, C.S. Nutrição em distúrbios hepáticos e o papel do álcool. In: Shils, M.E.; Olson, J.A.; Shike, M. Ross, A.C. Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença. 2º edição. Barueri, SP: Ed. Manole, Cap. 79. p. 1323-1349. 2009.

Harrington DM, Champagne CM, Broyles ST, Johnson WD, Tudor-Locke C, Katzmarzyk PT. Cardiometabolic risk factor response to a lifestyle intervention: a randomized trial. *Metab Syndr Relat Disord*. 2015 Apr;13(3):125-31.

Miguel Soca PE, Peña Pérez I, Niño Escofet S, Cruz Torres W, Niño Peña A, Ponce De León D. Randomised controlled trial: the role of diet and exercise in women with metabolic syndrome. *Aten Primaria*. 2012 Jul; 44(7): 387-93.

## **5 CONCLUSÃO**

Dessa forma, conclui-se que a prática de exercício físico regular associada com uma dieta hipocalórica promovem melhoras da composição corporal, aptidão física e melhora no perfil cardiometabólico independente do tipo de exercício físico proposto e da composição de carboidrato da dieta.

## REFERÊNCIA

Alkerwi A, Vernier C, Crichton GE, Sauvageot N, Shivappa N, Hébert JR. Cross-comparison of diet quality indices for predicting chronic disease risk: findings from the Observation of Cardiovascular Risk Factors in Luxembourg (ORISCAV-LUX) study. *Br J Nutr* 2014 Dec; 1-11.

American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Feb; 41(2): 459-71.

Baker S, Jerums G, Proietto J. Effects and clinical potential of very-low-calorie diets (VLCDs) in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2009 Sep; 85(3): 235-42.

Barbosa MCC, Brandão AA, Pozzan R, Magalhães MEC, Campana EMG, Fonseca FL, et al. Associação entre ácido úrico e variáveis de risco cardiovascular em uma população não hospitalar. *Arq. Bras. Cardiol* 2011 Mar; 96(3): 212-218.

Basciani S, Costantini D, Contini S, Persichetti A, Watanabe M, Mariani S, Lubrano C, Spera G, Lenzi A, Gnassi L. Safety and efficacy of a multiphase dietetic protocol with meal replacements including a step with very low calorie diet. *Endocrine.* 2015 Apr;48(3):863-70.

Bernhardt V, Stickford JL, Bhammar DM, Badd TG. Aerobic exercise training without weight loss reduces dyspnea on exertion in obese women. *Respir Physiol Neurobiol* 2016 Jan; 221: 64-70.

Blundell JE, Gibbon C, Caudwell P, Finlayson G, Hopkins M. Appetite control and energy balance: impact of exercise. *Obes Rev* 2015 Feb; 16 (Suppl 1): 67-76.

Bosse JD, Dixon BM. Dietary protein in weight management: a review proposing protein spread and change theories. *Nutr Metab (Lond).* 2012 Sep 12; 9(1): 81.

Bosy-Westphal A, Kahlhöfer J, Lagerpusch M, Skurk T, Müller MJ. Deep body composition phenotyping during weight cycling: relevance to metabolic efficiency and metabolic risk. *Obes Rev.* 2015 Feb; 16 (Suppl 1): 36-44.

Brasil. Ministério da Saúde. Guia Alimentar para População Brasileira promovendo a alimentação saudável. Normas e manuais técnicos: Brasília, 2006.

Brinkworth GD, Buckley JD, Noakes M, Clifton PM, Wilson CJ. Long-term effects of a very low-carbohydrate diet and a low-fat diet on mood and cognitive function. *Arch Intern Med.* 2009 Nov; 169(20): 1873-80.

Butki BD, Baumstark J, Driver S. Effects of a carbohydrate-restricted diet on affective responses to acute exercise among physically active participants. *Percept Mot Skills* 2003 Apr; 96(2): 607-15.



Cadieux S, McNeil J, Lapierre MP, Riou MÈ1, Doucet É. Resistance and aerobic exercises do not affect post-exercise energy compensation in normal weight men and women. *Physiol Behav*. 2014 May; 130: 113-9.

Cai M, Zou Z. Effect of aerobic exercise on blood lipid and glucose in obese or overweight adults: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Obes Res Clin Pract*. 2015 Nov 19. pii: S1871-403X(15)00178-7

Camps SG, Verhoef SP, Westerterp KR. Weight loss–induced reduction in physical activity recovers during weight maintenance. *Am J Clin Nutr* 2013 Oct; 98(4): 917-23.

Cankurtaran M, Halil M, Yavuz BB, Dagli N, Oyan B, Ariogul S. Prevalence and correlates of metabolic syndrome (MS) in older adults. *Arch Gerontol Geriatr*. 2006 Jan-Feb; 42(1): 35-45.

Casazza K, Cardel M, Dulin-Keita A, Hanks LJ, Gower BA, Newton AL, et al. A trial of reduced carbohydrate diet to improve metabolic outcomes and decrease adiposity in obese peripubertal African American girls: does macronutrient profile matter? *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2012 Mar; 54(3): 336-342.

Chapman MJ, Assmann G, Fruchart JC, et al. European Consensus Panel on HDL-C: raising high-density lipoprotein cholesterol with reduction of cardiovascular risk: the role of nicotinic acid—a position paper developed by the European Consensus Panel on HDL-C. *Curr Med Res Opin*, 2004, 20: 1253–1268.

Cheatham RA, Roberts SB, Das SK, Gilhooly CH, Golden JK, Hyatt R, et al. Long-term effects of provided low and high glycemic load low energy diets on mood and cognition. *Physiol Behav*. 2009 Sep; 98(3): 374-9.

Cicero AF, Benelli M, Brancaleoni M, Dainelli G, Merlini D, Negri R. Middle and Long-Term Impact of a Very Low-Carbohydrate Ketogenic Diet on Cardiometabolic Factors: A Multi-Center, Cross-Sectional, Clinical Study. *High Blood Press Cardiovasc Prev*. 2015 Dec; 22(4): 389-94.

Clifton PM, Condo D, Keogh JB. Long term weight maintenance after advice to consume low carbohydrate, higher protein diets--a systematic review and meta analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2014 Mar; 24(3): 224-35.

Clifton PM. Low Carbohydrate diets for weight loss: the pros and cons. *J Hum Nutr Diet* 2011 Dec; 24(6): 523-4.

Crescenzo R, Lionetti L, Mollica MP, Ferraro M, D'Andrea E, Mainieri D, et al. Altered skeletal muscle subsarcolemmal mitochondrial compartment during catch-up fat after caloric restriction. *Diabetes*. 2006 Aug; 55(8): 2286-93.

Dansinger ML, Gleason JA, Griffith JL, Selker HP, Schaefer EJ. Comparison of the Atkins, Ornish, Weight Watchers, and Zone diets for weight loss and heart disease risk reduction: a randomized trial. *JAMA*. 2005 Jan; 293(1): 43-53.

Daussin, F.N. ,Zoll, J., Dufour, S.P., Ponsot, E., Lonsdorfer-Wolf, E., Doutreleau, S., et al. Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: relationship to aerobic

performance improvements in sedentary subjects. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2008, 295(1), 264-72.

De Andrade PB, Neff LA, Strosova MK, Arsenijevic D, Patthey-Vuadens O, Scapozza L, et al. Caloric restriction induces energy-sparing alterations in skeletal muscle contraction, fiber composition and local thyroid hormone metabolism that persist during catch-up fat upon refeeding. *Front Physiol*. 2015 Sep; 6: 254.

De Feo, P. Is high-intensity exercise better than moderate-intensity exercise for weight loss? *Nutrition, Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2013, 23(11), 1037-42..

Deram S, Villares SM. Genetic variant influencing effectiveness of weight loss strategies. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2009 Mar; 53(2): 129-38.

Dixon JB. The effect of obesity on health outcomes. *Mol Cell Endocrinol* 2010 Mar; 316(2): 104-8.

EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies), 2015. Scientific Opinion on the essential composition of total diet replacements for weight control. *EFSA Journal* 2015; 13(1): 3957

Fett CA, Fett WC, Marchini JS, Ribeiro RP. Estilo de vida e fatores de risco associados ao aumento da gordura corporal de mulheres. *Cien Saude Colet* 2010 Jan; 15(1): 131-40.

Finucane MM, Stevens GA, Cowan MJ, Danaei G, Lin JK, Paciorek CJ, et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet* 2011 Feb; 377(9765): 557-67.

Fontaine KR, Redden DT, Wang C, Westfall AO, Alisson DB. Years of life lost due to obesity. *JAMA* 2003 Jan; 229(2): 187-93.

Foster GD, Holly RW, Hill JO, Makris AP, Rosenbaum DL, Brill C et al. Weight and Metabolic Outcomes After 2 Years on a Low-Carbohydrate Versus Low-Fat Diet: A Randomized Trial. *Ann Inter Med* 2010 Aug; 153(3): 147-57.

Frisch S, Zittermann A, Berthold HK, Götting C, Kuhn J, Kleesiek K et al. A randomized controlled trial on the efficacy of carbohydrate-reduced or fat-reduced diets in patients attending telemedically guided weight loss program. *Cardiovasc Diabetol* 2009 Jul; 8: 36.

Garthe I, Raastad T, Sundgot-Borgen J. Long-term effect of nutrition counseling on desired gain in body mass and lean body mass in elite athletes. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011 Aug; 36 (4): 547-54.

Gremeaux, V., Drigny, J., Nigam, A., Juneau, M., Guilbeault, V., Latour, E., et al.. Long-term lifestyle intervention with optimized high-intensity interval training improves body composition, cardiometabolic risk, and exercise parameters in patients with abdominal obesity. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2012, 91(11), 941-50.

Grenha AI, Alves F, Ribeiro F, Cavaco T. Obesidade e imunodepressão – Factos e Números. *ArquiMed* 2013; 27(5): 192-202

Gu Y, Yu H, Li Y, Ma X, Lu J, Yu W et al. Beneficial effects of an 8-week, very low carbohydrate diet intervention on obese subjects. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013; 2013:760804. doi: 10.1155/2013/760804

Halkjær J, Olsen A, Overvad K, Jakobsen MU, Boeing H, Buijsse B. et al. Intake of total, animal and plant protein and subsequent changes in weight or waist circumference in European men and women: the Diogenes project. *Int J Obes (Lond)*. 2011 Aug; 35(8): 1104-13.

Heilbronn LK, de Jonge L, Frisard MI, DeLany JP, Larson-Meyer DE, Rood J, et al. Effect of 6-month calorie restriction on biomarkers of longevity, metabolic adaptation, and oxidative stress in overweight individuals: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2006 Apr ; 295(13): 1539-48.

Heymsfield SB, Gonzalez MC, Shen W, Redman L, Thomas D. Weight loss composition is one-fourth fat-free mass: a critical review and critique of this widely cited rule. *Obes Rev*. 2014 Apr; 15(4): 310-21.

Hong K, Li Z, Wang HJ, Elashoff R, Heber D. Analysis of weight loss outcomes using VLCD in black and white overweight and obese women with and without metabolic syndrome. *Int J Obes (Lond)*. 2005 Apr; 29(4): 436-42.

Horswill CA, Hickner RC, Scott JR, Costill DL, Gould D. Weight loss, dietary carbohydrate modifications, and high intensity, physical performance. *Med Sci Sports Exerc* 1990 Aug; 22(4): 470-76.

Hu T, Mills KT, Yao I, Demanelis K, Eloustaz M, Yancy WS Jr, et al. Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on metabolic risk factors: a meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Am J Epidemiol* 2012 Oct; 176(Suppl7): 44-54.

Huffman KM, Shah SH, Stevens RD, Bain JR, Muehlbauer M, Slentz CA, et al. Relationships between circulating metabolic intermediates and insulin action in overweight to obese, inactive men and women. *Diabetes Care*. 2009 Sep; 32(9): 1678-83.

Johansson K, Neovius M, Hemmingsson E. Effects of anti-obesity drugs, diet, and exercise on weight-loss maintenance after a very-low-calorie diet or low-calorie diet: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*. 2014 Jan; 99(1): 14-23.

Johnson NA, Sachinwalla T, Walton DW, Smith K, Armstrong A, Thompson MW, et al. Aerobic exercise training reduces hepatic and visceral lipids in obese individuals without weight loss. *Hepatology*. 2009 Oct; 50(4): 1105-12.

Keating SE, Hackett DA, Parker HM, O'Connor HT, Gerofi JA, Sainsbury A, et al. Effect of aerobic exercise training dose on liver fat and visceral adiposity. *J Hepatol*. 2015 Jul; 63(1): 174-82.

Kim DY, Jung SY. Effect of aerobic exercise on risk factors of cardiovascular disease and the apolipoprotein B / apolipoprotein a-1 ratio in obese woman. *J Phys Ther Sci*. 2014 Nov; 26(11): 1825-9

Kirk SF, Penney TL, McHugh TL, Sharma AM. Effective weight management practice: a review of the lifestyle intervention evidence. *Int J Obes (Lond)* 2012 Feb; 36(2): 178-85.

Leidy HJ, Dougherty KA, Frye BR, Duke KM, Williams NI. Twenty-four-hour ghrelin is elevated after calorie restriction and exercise training in non-obese women. *Obesity (Silver Spring)* 2007 Feb; 15(2): 446-55.

Liebman M. When and why carbohydrate restriction can be a viable option. *Nutrition*. 2014 Jul-Aug; 30(7-8): 748-54

Loomba R, Cortez-Pinto H. Exercise and improvement of NAFLD: Practical recommendations. *J Hepatol*. 2015 Jul; 63(1): 10-2.

Lowie MR. Dieting: proxy or cause of future weight gain?. *Obes Rev*. 2015 Feb; 16 (Suppl 1): 19-24.

Lowie MR. Dieting: proxy or cause of future weight gain?. *Obes Rev*. 2015 Feb; 16 (Suppl 1): 19-24.

Mancilla, R., Torres, P., Álvarez, C., Schifferli, I., Sapunar, J., Díaz, E. (2014). Ejercicio físico interválico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes con intolerancia a la glucosa. *Revista médica de Chile*, 142(1), 34-39.

Marcondelli P, Costa THM, Schmitz BAS. Nível de atividade física e hábitos alimentares de universitários do 3º ao 5º semestres da área da saúde. *Rev Nutr* 2008 Feb; 21(1): 39-47.

Miguel Soca PE, Peña Pérez I, Niño Escofet S, Cruz Torres W, Niño Peña A, Ponce De León D. Randomised controlled trial: the role of diet and exercise in women with metabolic syndrome. *Aten Primaria*. 2012 Jul; 44(7): 387-93.

Miller M, Beach V, Sorkin JD, Mangano C, Dobmeier C, Novacic D, et al. Comparative effects of three popular diets on lipids, endothelial function, and C-reactive protein during weight maintenance. *J Am Diet Assoc*. 2009 Apr; 109(4): 713-7.

Munsters MJ, Saris WH. Body weight regulation and obesity: dietary strategies to improve the metabolic profile. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2014; 5: 39-51.

Newgard CB, An J, Bain JR, Muehlbauer MJ, Stevens RD, Lien LF, et al. A branched-chain amino acid-related metabolic signature that differentiates obese and lean humans and contributes to insulin resistance. *Cell Metab*. 2009 Apr; 9(4): 311-26.

Nikokavoura EA, Johnston KL, Broom J, Wrieden WL, Rolland C. Weight loss for women with and without polycystic ovary syndrome following a very low-calorie diet in a community-based setting with trained facilitators for 12 weeks. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2015 Oct; 8: 495-503

Okita N, Tsuchiya T, Fukushima M, Itakura K, Yuguchi K, Narita T, et al. Chronological analysis of caloric restriction-induced alteration of fatty acid biosynthesis in white adipose tissue of rats. *Exp Gerontol*. 2015 Mar; 63: 59-66.

Oshima Y, Matsuoka Y, Sakane N. Effect of weight-loss program using self-weighing twice a day and feedback in overweight and obese subject: a randomized controlled trial. *Obes Res Clin Pract*. 2013 Sep-Oct; 7(5): 361-6.

Patterson L, Kee F, Hughes C, O'Reilly D. The relationship between BMI and the prescription of anti-obesity medication according to social factors: a population cross sectional study. *BMC Public Health* 2014 Jan; 14: 87.

Poobalan AS, Aucott LS, Precious E, Crombie IK, Smith WC. . Weight loss interventions in young people (18 to 25 year olds): a systematic review. *Obes Rev* 2010 Aug; 11(8): 580-92.

Poulsen KS, Due A, Jordy AB, Kiens B, Stark KD, Stender S, et al. Health effect of the New Nordic Diet in adults with increased waist circumference: a 6-mo randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2014 Nov; 99(1): 35-45.

Rabøl R, Svendsen PF, Skovbro M, Boushel R, Haugaard SB, Schjerling P, et al. Reduced skeletal muscle mitochondrial respiration and improved glucose metabolism in nondiabetic obese women during a very low calorie dietary intervention leading to rapid weight loss. *Metabolism* 2009 Aug; 58(8): 1145-52.

Rao G. Office-based strategies for the management of obesity. *Am Fam Physician* 2010 Jun; 81(12): 1449-56.

Redman LM, Heilbronn LK, Martin CK, de Jonge L, Williamson DA, Delany JP, et al. Metabolic and behavioral compensations in response to caloric restriction: implications for the maintenance of weight loss. *PLoS One*. 2009; 4(2): 4377.

Ross R, Freeman JA, Janssen I. Exercise alone is an effective strategy for reducing obesity and related comorbidities. *Exerc Sport Sci Rev*. 2000 Oct; 28(4): 165-70.

Sacks FM, Bray GA, Carey JC, Smith SR, Ryan DH, Anton SD et al. Comparison of Weight-Loss Diets with Different Compositions of Fat, Protein, and Carbohydrates. *N Engl J Med* 2009 Feb; 360 (9): 859-73.

Sautin YY, Johnson RJ. Uric acid: the oxidant-antioxidant paradox. *Nucleosides Nucleotides Nucleic Acids*. 2008 Jun; 27(6): 608-19.

Seo, D., So, W.Y., Há, S., Yoo, E.J., Kim, D., Singh, H., et al. Effects of 12 Weeks of Combined Exercise Training on Visfatin and Metabolic Syndrome Factors in Obese Middle-Aged Women. *J Sports Sci Med* 2011;10(1), 222–226.

Silva FM, Steemburgo T, Azevedo MJ, Mello VD. Papel do índice glicêmico e da carga glicêmica na prevenção e no controle metabólico de pacientes com diabetes melito tipo 2. *Arq Bras Endocrinol Metab* [online] 2009; 53(5): 560-71.

Snel M, Sleddering MA, Vd Peijl ID, Romijn JA, Pijl H, Meinders AE, et al. Quality of life in type 2 diabetes mellitus after a very low calorie diet and exercise. *Eur J Intern Med*. 2012 Mar; 23(2): 143-9.

Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2014-2015/Sociedade Brasileira de Diabetes ; [organização José Egidio Paulo de Oliveira, Sérgio Vencio]. – São Paulo: AC Farmacêutica, 2015

Sominsky L, Spencer SJ. Eating behavior and stress: a pathway to obesity. *Front Psychol*. 2014 May; 5: 434.

Steinberg DM, Bennett GG, Askew S, Tate DF. Weighing every day matters: daily weighing improves weight loss and adoption of weight control behaviors. *J Acad Nutr Diet*. 2015 Apr; 115(4): 511-8.

Strasser B, Berger K, Fuchs D. Effects of a caloric restriction weight loss diet on tryptophan metabolism and inflammatory biomarkers in overweight adults. *Eur J Nutr*. 2015 Feb; 54(1): 101-7.

Sundgot-Borgen J, Garthe I. Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions. *J Sports Sci* 2011 May; 29(Suppl 1): 101-14.

Swift DL, Johannsen NM, Lavie CJ, Earnest CP, Church TS. The role of exercise and physical activity in weight loss and maintenance. *Prog Cardiovasc Dis*. 2014 Jan-Feb; 56(4): 441-7.

Thomas DM, Gonzalez MC, Pereira AZ, Redman LM, Heymsfield SB. Time to correctly predict the amount of weight loss with dieting. *J Acad Nutr Diet*. 2014 Jun; 114(6): 857-61.

Volek JS, Quann EE, Forsythe CE. Low-Carbohydrate Diets Promote A More Favorable Body Composition Than Low-Fat Diets. *Strength Cond J* 2010 Feb; 32(1): 42-47

Wende AR, Symons JD, Abel ED. Mechanisms of lipotoxicity in the cardiovascular system. *Curr Hypertens Rep*. 2012 Dec; 14(6): 517-31.

White AM, Johnston CS, Swan PD, Tjonn SL, Sears B. Blood ketones are directly related to fatigue and perceived effort during exercise in overweight adults adhering to low-carbohydrate diets for weight loss: a pilot study. *J Am Diet Assoc*. 2007 Oct; 107(10): 1792-6.

Wikstrand I, Torgerson J, Boström KB. Very low calorie diet (VLCD) followed by a randomized trial of corset treatment for obesity in primary care. *Scand J Prim Health Care*. 2010 Jun; 28(2): 89-94.

Wishnofsky M. Caloric equivalents of gained or lost weight. *Am J Clin Nutr*. 1958 Sep-Oct; 6(5): 542-6.

World Health Organization – WHO. Waist circumference and waist-hip ratio. Report of a WHO expert consultation, Geneva 8-11 Dec 2008.

Yamada C, Kondo M, Kishimoto N, Shibata T, Nagai Y, Imanishi T, et al. Association between insulin resistance and plasma amino acid profile in non-diabetic Japanese subjects. *J Diabetes Investig*. 2015 Jul; 6(4): 408-15.

Yu AS, Keefe EB. Nonalcoholic fatty liver disease. *Rev Gastroenterol Disord* 2002; 2(1): 11-19.

Zheng Y, Sereika SM, Ewing LJ, Danford CA, Terry MA, Burke LE. Association between Self-Weighing and Percent Weight Change: Mediation Effects of Adherence to Energy Intake and Expenditure Goals. *J Acad Nutr Diet*. 2015 Dec. pii: S2212-2672(15)01597-X. [in press]

Tsakiridis T, Mc Dowell HE, Walker T, Downes CP, Hundal HS, Vranic M, et al. Multiple roles of phosphatidylinositol 3-kinase in regulation of glucose transport, amino acid transport, and glucose transporters in L6 skeletal muscle cells. *Endocrinology* 1995;136:4325-4322.